

**RANCANG ULANG DAN SIMULASI TATA LETAK  
LANTAI PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *PAIRWISE EXCHANGE*  
DI PT. ALAM PERMATA RIAU**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Industri**

Oleh:

**M. ISNAINI HADIYUL UMAM  
10952005557**



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2013**

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr,Wb.

Puji syukur saya ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan seluruh rahmat dan karunia-Nya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar sarjana di program studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Shalawat dan salam selalu disampaikan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti saat sekarang ini.

Atas rahmat Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Ulang dan Simulasi Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode *Pairwise Exchange* di PT. Alam Permata Riau.”**

Dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini penulis mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Ismu Kusumanto. M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Merry Siska, M.T. selaku pembimbing tugas akhir dan penasehat akademis saya yang telah bersedia meluangkan waktu untuk dapat memberikan pengarahan dan bimbingan agar laporan tugas akhir ini selesai dengan baik dan mengikuti ketentuan yang ada.
4. Bapak Muhammad Nur, S.T., M.Si. selaku penguji I dan Ibu Misra Hartati, M.T. selaku penguji II yang telah memberikan masukan serta pengarahan untuk menghasilkan laporan tugas akhir yang lebih baik.
5. Ibu Misra Hartati, M.T. selaku koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri.
6. Kepada seluruh Dosen Teknik Industri yang telah dengan ikhlas menyampaikan ilmunya kepada penulis.

7. Kepada Ayahanda Zuriatul Khairi dan Ibunda Rosydiah yang sangat saya sayangi, atas kasih sayang, cinta, doa, dan nasehat yang selama ini yang selalu tercurah, serta memberikan motivasi dan semangat dari awal kehidupan hingga saat sekarang ini.
8. Bapak Feri Farlantino selaku Pembimbing dari pihak PT. Alam Permata Riau.
9. Kepada Saudara-saudaraku M. Fadhillah Zaim Umam dan M. Uswah Adib Umam yang selalu mendukung dan memotivasi penulis.
10. Kepada seseorang yang spesial Maulia putri yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.
11. Rekan-rekan dari Teknik Industri khususnya dan Fakultas Sains dan Teknologi pada umumnya. Marwiji, Zulfandri, Oky Bisma, Rijardi, Didi, Ardi, Deka Afi, Sofian, Fadil, Ade “Jek”, Afrinando dan rekan-rekan lainnya baik Senior maupun Junior yang tidak bisa dituliskan satu persatu.

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan baik dari segi pembahasan maupun dari segi penggunaan kata-kata. Untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran yang bersifat membangun atau bertujuan untuk menyempurnakan isi dari laporan tugas akhir ini. Semoga Allah S.W.T. memberikan balasan yang setimpal atas jasa pihak-pihak yang membantu di atas dan semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Pekanbaru, 18 Oktober 2013

Penulis,

**(M. ISNAINI HADIYUL UMAM)**

# **RANCANG ULANG DAN SIMULASI TATA LETAK LANTAI PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PAIRWISE EXCHANGE* DI PT. ALAM PERMATA RIAU**

**M. ISNAINI HADIYUL UMAM**  
**10952005557**

Tanggal Sidang : 18 Oktober 2013

Tanggal Wisuda : 28 November 2013

Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## **ABSTRAK**

Tata letak yang baik dan sesuai dengan keadaan perusahaan merupakan salah satu faktor utama untuk mengoptimalkan waktu dan biaya produksi. Masalah utama dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah Bergeraknya material dari satu departemen ke departemen lain, sampai material tersebut menjadi barang jadi. Pergerakan material pada PT. Alam Permata Riau mengalami permasalahan berupa penempatan stasiun kerja yang ada, masih terdapat ketidakefisienan di dalam proses produksi. Hal ini terlihat pada penempatan stasiun-stasiun kerja yang diletakkan terlalu jauh yang dapat menghambat perpindahan bahannya sehingga akan mengakibatkan tertundanya proses produksi di stasiun berikutnya. Rancangan ulang tata letak fasilitas pabrik pembuatan palet PT. Alam Permata Riau dengan menggunakan metode *Pairwise Exchange* mendapatkan usulan tata letak baru yang lebih optimal baik dari segi jarak *material handling*, biaya, maupun *output* yang dapat dihasilkan dari pada tata letak yang telah diterapkan oleh perusahaan pada saat ini. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, terlihat meningkatnya persen *busy* ini disebabkan dari semakin dekatnya jarak antar stasiun kerja yang saling berhubungan akan memperlancar perpindahan bahan sehingga waktu untuk menunggu dapat dikurangi. Maka dapat disimpulkan *layout* usulan lebih baik karena meningkatnya persentase *busy* yang berdampak pada bertambahnya jumlah *output* yang dapat dihasilkan dapat diketahui bahwa peranan jarak pada suatu *layout* akan mempengaruhi besar atau kecilnya persentase *busy* dan *idle* namun tidak mutlak mempengaruhi besar atau kecilnya *output* yang dapat dihasilkan.

**Kata kunci:** *Pairwise Exchange*, Simulasi *Witness*, Tata Letak.

# **RE-LAYOUT AND SIMULATION OF PRODUCTION FLOOR BY USING PAIRWISE EXCHANGE METHOD AT PT. ALAM PERMATA RIAU**

**M. ISNAINI HADIYUL UMAM**  
**10952005557**

Date of Final Exam : Oktober 18, 2013

Date of Graduation Ceremony : November 28, 2013

Industrial Engineering Departement  
Faculty of Sciences and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru

## ***ABSTRACT***

*The good layout and in accordance with the state of the company is one of the main factors to optimize the time and cost of production . The main problem in terms of production activity / production process is the movement of material from one department to another , untill the material into finished goods . The movement of material in PT. Alam Permata Riau is having problems, such as the placement of work stations that exist, there are inefficiencies in the production process. This can be seen in the placement of work stations are placed too far which can inhibit the transfer material that will lead to delays in the production process at the next station. Re-layout of the facilities manufacturing plant pallets PT. Alam Permata Riau by using Pairwise Exchange method proposed new layout is more optimal in terms of both distance material handling , costs , and outputs that can be generated from the layout has been applied by the company at this time . From the simulation results that have been done , look busy is due to the increasing percent of the proximity between work stations which are interconnected to facilitate the movement of materials so as to wait time can be reduced . So we can conclude the proposed layout is better due to the increased percentage of busy, which have an impact on increasing the amount of output that can be produced can be seen that the role of distance in a layout will affect a large or small percentage of busy and idle but not absolutely affect large or small output that can be produced .*

***Keywords : Pairwise Exchange , Witness Simulation , Layout .***

# DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL .....	xx
DAFTAR RUMUS .....	xxii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian .....	I-3
1.6 Posisi Penelitian .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5

## BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik.....	II-1
2.1.1 Pengertian Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik .....	II-1
2.1.2 Pengenalan Tata Letak Fasilitas Pabrik .....	II-2
2.1.3 Prosedur Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik .....	II-3
2.1.4 Tipe-tipe Tata Letak Fasilitas Pabrik.....	II-4
2.2 <i>Material Handling</i> (Pemindahan Bahan) .....	II-10
2.2.1 Pengertian <i>Material Handling</i> .....	II-10

2.2.2 Pengaruh Pemindahan Bahan Pada Perencanaan Tata Letak Pabrik .....	II-11
2.3 Perencanaan Keterkaitan Kegiatan .....	II-13
2.3.1 Peta Hubungan Aktivitas .....	II-13
2.3.2 Peta Dari- Ke ( <i>From – To Chart</i> ) .....	II-16
2.3.2 Pengukuran Jarak ( <i>Distance Measurement</i> ) .....	II-17
2.4 Metode Heuristik .....	II-19
2.4.1 Metode <i>Pairwise Exchange</i> .....	II-19
2.4.2 Metode Pembobotan Kedekatan .....	II-25
2.4.3 Metode Hollier .....	II-25
2.4.4 Metode <i>Modified Spanning Tree</i> (MST) .....	II-27
2.4.5 Metode Pembobotan Berbasis Graph .....	II-28
2.4.6 Metode OPT .....	II-29
2.5 Simulasi .....	II-29
2.5.1 Manfaat Simulasi .....	II-31
2.5.2 Simulasi Witness .....	II-32
2.6 Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Pengukuran Langsung .....	II-35
2.6.1 Pengukuran Kerja dengan Metode Sampling kerja ( <i>work sampling</i> ) .....	II-36
2.6.2 Menentukan Jadwal Waktu Pengamatan Secara Acak .....	II-38
2.6.3 Penyesuaian Waktu Kerja dengan <i>Rating Performance</i> .....	II-39
2.6.3.1 <i>Skill</i> dan <i>Effort Rating</i> .....	II-40
2.6.3.2 <i>Westing house System's Rating</i> .....	II-40
2.6.4 Penetapan Kelonggaran ( <i>Allowance</i> ) .....	II-41
2.6.5 Aplikasi Sampling Kerja untuk Penetapan Waktu Standar .....	II-41

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan .....	III-3
3.2 Studi Literatur .....	III-3
3.3 Identifikasi Masalah .....	III-3
3.4 Tujuan Penelitian .....	III-4
3.5 Pengumpulan Data .....	III-4
3.6 Pengolahan Data .....	III-4
3.6.1 Metode Pertukaran Berpasangan ( <i>Pairwise Exchange</i> ) .....	III-5

3.6.2 Simulasi Witness .....	III-5
3.6.2.1 Menentukan Tujuan .....	III-5
3.6.2.2 Merincikan Ruang Lingkup dari Model .....	III-6
3.6.2.3 Pengolahan Data untuk Simulasi Witness .....	III-6
3.6.2.4 Menyusun Model .....	III-6
3.6.2.5 Membangun Model .....	III-6
3.6.2.6 Menjalankan Model .....	III-6
3.6.2.7 <i>Generating Report</i> .....	III-6
3.7 Analisa .....	III-7
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	III-7
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	
4.1 Pengumpulan Data.....	IV-1
4.1.1 Profil Perusahaan.....	IV-1
4.1.2 Jumlah Hari Kerja.....	IV-1
4.1.3 Dimensi Bahan Dasar .....	IV-1
4.1.4 Proses Produksi .....	IV-3
4.1.5 Gambar Produk.....	IV-4
4.1.6 <i>Material Handling</i> .....	IV-5
4.1.7 Biaya Operasional <i>Material Handling</i> .....	IV-6
4.1.8 Peta Proses Operasi (OPC) .....	IV-6
4.1.9 <i>Routing Sheet</i> .....	IV-8
4.1.10 Penentuan Jadwal Pengamatan .....	IV-9
4.1.11 Penentuan <i>Rating Factor</i> .....	IV-10
4.1.11.1 Penentuan <i>Rating Factor</i> pada	
Stasiun Daun Palet .....	IV-10
4.1.11.2 Penentuan <i>Rating Factor</i> pada	
Stasiun Perakitan .....	IV-13
4.1.12 Penentuan Kelonggaran .....	IV-16
4.1.12.1 Penentuan Kelonggaran Operator	
Pemotongan Papan, Pengetaman,	
dan Pemotongan Bruti .....	IV-16
4.1.12.2 Penentuan Kelonggaran Operator	
Pembuatan Daun Palet .....	IV-16



4.1.12.3	Penentuan Kelonggaran Operator	
	Pembuatan Kaki Palet .....	IV-17
4.1.12.4	Penentuan Kelonggaran Operator	
	Perakitan Palet .....	IV-17
4.2	Pengolahan Data .....	IV-18
4.2.1	Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja .....	IV-18
4.2.2	Perhitungan Biaya <i>Material Handling</i> .....	IV-18
4.2.3	Perhitungan Waktu Baku .....	IV-22
4.2.3.1	Perhitungan Persen Produktif Operator .....	IV-22
4.2.3.2	Uji Kecukupan Data .....	IV-23
4.2.3.2.1	Uji Kecukupan Data Operator	
	Pemotongan Papan dengan	
	Produktifitas 0,99 .....	IV-23
4.2.3.2.2	Uji Kecukupan Data Operator	
	Pengetaman dengan Produktifitas 0,98	IV-24
4.2.3.2.3	Uji Kecukupan Data Operator	
	Pembuatan Daun Palet dengan	
	Produktifitas 0,96 .....	IV-25
4.2.3.2.4	Uji Kecukupan Data Operator	
	Pemotongan Bruti dengan	
	Produktifitas 0,99 .....	IV-26
4.2.3.2.5	Uji Kecukupan Data Operator	
	Pembuatan Kaki Palet dengan	
	Produktifitas 0,95 .....	IV-26
4.2.3.2.6	Uji Kecukupan Data Operator	
	Perakitan dengan Produktifitas 0,93 .....	IV-27
4.2.3.3	Uji Keseragaman Data.....	IV-28
4.2.3.3.1	Uji keseragaman Data Operator	
	Pemotongan Papan dengan	
	Produktifitas 0,99 .....	IV-29
4.2.3.3.2	Uji Keseragaman Data Operator	
	Pengetaman dengan Produktifitas 0,98.....	IV-29

4.2.3.3.3 Uji Keseragaman Data Operator	
Pembuatan Daun Palet dengan	
Produktifitas 0,96 .....	IV-29
4.2.3.3.4 Uji Keseragaman Data Operator	
Pemotongan Bruti dengan	
Produktifitas 0,99 .....	IV-30
4.2.3.3.5 Uji Keseragaman Data Operator	
Pembuatan Kaki Palet dengan	
Produktifitas 0,95 .....	IV-30
4.2.3.3.6 Uji Keseragaman Data Operator	
Perakitan dengan Produktifitas 0,93 .....	IV-30
4.2.3.4 Perhitungan Waktu Standar .....	IV-31
4.2.3.4.1 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Pemotongan Papan .....	IV-31
4.2.3.4.2 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Pengetaman Papan .....	IV-32
4.2.3.4.3 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Pembuatan Daun Palet .....	IV-33
4.2.3.4.4 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Pemotongan Bruti .....	IV-33
4.2.3.4.5 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Pembuatan Kaki Palet .....	IV-34
4.2.3.4.6 Perhitungan Waktu Standar Operator	
Perakitan Palet .....	IV-35
4.3 Simulasi Witness .....	IV-36
<b>BAB V ANALISA</b>	
5.1 Analisa Data Dasar .....	V-1
5.1.1 Analisa <i>Layout</i> Awal .....	V-1
5.1.2 Analisa Pengamatan Sampling Kerja .....	V-2
5.1.3 Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> .....	V-2
5.1.3.1 Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
Pemotongan Papan .....	V-2
5.1.3.2 Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
Pengetaman Papan .....	V-3

5.1.3.3	Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
	Pembuatan Daun Palet .....	V-3
5.1.3.4	Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
	Pemotongan Bruti .....	V-4
5.1.3.5	Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
	Pembuatan Kaki Palet .....	V-4
5.1.3.6	Analisa Penentuan <i>Rating Factor</i> Operator	
	Perakitan Palet .....	V-5
5.1.4	Analisa Penentuan Kelonggaran .....	V-5
5.1.4.1	Analisa Penentuan Kelonggaran Operator	
	Pemotongan Papan, pengetaman dan	
	Pemotongan Bruti .....	V-5
5.1.4.2	Analisa Penentuan Kelonggaran Operator	
	Pembuatan Daun Palet .....	V-6
5.1.4.3	Analisa Penentuan Kelonggaran Operator	
	Pembuatan Kaki Palet .....	V-6
5.1.4.4	Analisa Penentuan Kelonggaran Operator	
	Perakitan Palet .....	V-7
5.2	Analisa Pengolahan Data .....	V-7
5.2.1	Analisa Perhitungan Metode <i>Pairwise Exchange</i> .....	V-7
5.2.2	Analisa Biaya <i>Material Handling</i> .....	V-9
5.2.3	Analisa Perhitungan Waktu Baku .....	V-9
5.2.3.1	Analisa Persen Produktif Operator .....	V-10
5.2.3.2	Analisa Uji Kecukupan Data .....	V-10
	5.2.3.2.1 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
	Pemotongan Papan dengan	
	Produktifitas 0,99 .....	V-10
	5.2.3.2.2 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
	Pengetaman dengan Produktifitas 0,98	V-10
	5.2.3.2.3 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
	Pembuatan Daun Palet dengan	
	Produktifitas 0,96 .....	V-10
	5.2.3.2.4 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
	Pemotongan Bruti dengan	

Produktifitas 0,99 .....	V-11
5.2.3.2.5 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
Pembuatan Kaki Palet dengan	
Produktifitas 0,95 .....	V-11
5.2.3.2.6 Analisa Uji Kecukupan Data Operator	
Perakitan dengan Produktifitas 0,93 .....	V-11
5.2.3.3 Analisa Uji Keseragaman Data.....	V-11
5.2.3.4 Analisa Perhitungan Waktu Standar .....	V-12
5.2.3.4.1 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Pemotongan Papan .....	V-12
5.2.3.4.2 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Pengetaman Papan .....	V-12
5.2.3.4.3 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Pembuatan Daun Palet .....	V-12
5.2.3.4.4 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Pemotongan Bruti .....	V-13
5.2.3.4.5 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Pembuatan Kaki Palet .....	V-13
5.2.3.4.6 Analisa Perhitungan Waktu Standar	
Operator Perakitan Palet .....	V-13
5.3 Analisa Simulasi Witness .....	V-14

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	VI-1
5.2 Saran.....	VI-2
5.2.1 Pihak Perusahaan .....	VI-2
5.2.2 Pihak Lain .....	VI-2

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tujuan dari proses manufaktur adalah menghasilkan suatu produk dengan tingkat efisiensi dan kualitas yang tinggi dengan biaya minimum dan dapat segera memenuhi kebutuhan dari konsumennya. Makin meningkatnya jumlah permintaan, diperlukan proses manufaktur yang lebih efisien (Lestari, 2011).

Pengaturan tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan menentukan efisiensi dari proses manufaktur yang dilakukan. Menurut Wignjosoebroto (2009) tata letak yang baik akan memberikan keluaran (*output*) yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, *man hours* yang lebih kecil, dan atau mengurangi jam kerja mesin (*machine hours*). Suatu industri akan berhasil apabila di dalamnya terdapat integrasi dari faktor produksi dan sistem manajemen sehingga dapat lebih efektif dan efisien. Salah satu penentu keberhasilan suatu industri adalah tata letak atau lebih dikenal dengan nama *layout* dari industri.

Tata letak yang baik dan sesuai dengan keadaan perusahaan merupakan salah satu faktor utama untuk mengoptimalkan waktu dan biaya produksi. Perencanaan fasilitas mempunyai pengaruh yang sangat besar dalam proses operasi perusahaan. Masalah utama dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah Bergeraknya material dari satu departemen ke departemen lain, sampai material tersebut menjadi barang jadi (Anthara, 2011).

Pergerakan material pada PT. Alam Permata Riau mengalami permasalahan berupa penempatan stasiun kerja yang ada, masih terdapat ketidakefisienan di dalam proses produksi. Hal ini terlihat pada penempatan stasiun-stasiun kerja yang diletakkan terlalu jauh yang dapat menghambat perpindahan bahan sehingga akan mengakibatkan tertundanya proses produksi di stasiun berikutnya. Seperti pada stasiun kerja yang menghasilkan daun palet kemudian dilanjutkan ke stasiun kerja *assembly* untuk dilakukan pemasangan kaki palet. Kedua stasiun ini memiliki keterkaitan satu sama lain namun ditempatkan

dengan jarak yang cukup jauh kondisi ini akan lebih bertambah parah apabila terjadi hujan, perpindahan bahan akan menjadi tidak lancar sehingga mengakibatkan tertundanya proses produksi pada stasiun *assembly* yang otomatis akan terjadi penundaan pada stasiun-stasiun kerja selanjutnya.

Penelitian ini dimaksudkan agar perusahaan tersebut dapat memperhatikan ke depannya susunan fasilitas pabrik khususnya PT. Alam Permata Riau baik itu dari segi perlengkapan, tanah, bangunan dan sarana lainnya dapat dioptimalkan sehingga hubungan antara operator atau pekerja, aliran barang, aliran informasi dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha dapat terjadi secara efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan upaya perbaikan untuk menata ulang tata letak dan fasilitas produksi pada perusahaan ini. Untuk itu penulis mengambil judul penelitian **Rancang Ulang dan Simulasi Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode *Pairwise Exchange* di PT. Alam Permata Riau.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka didapatkan rumusan masalahnya adalah **“Perancangan Ulang dan Simulasi Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode *Pairwise Exchange* di PT. Alam Permata Riau”.**

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang ulang tata letak fasilitas pabrik dengan menggunakan metode *Pairwise Exchange*.
2. Mensimulasikan tata letak dengan menggunakan *software* simulasi Witness.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

##### **1. Bagi Perusahaan**

Manfaat yang nantinya bisa diperoleh dari penelitian ini bagi pabrik pembuatan palet PT. Alam Permata Riau adalah:

- a. Memperoleh informasi apa saja yang menjadi permasalahan di perusahaan tersebut yang dapat menghambat proses produksi khususnya pada proses *material handling*.
- b. Menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas pabrik.

##### **2. Bagi Penulis**

Manfaat yang diperoleh penulis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mampu menghasilkan rancangan tata letak fasilitas pabrik palet yang baru sehingga dapat meminimalkan aliran *material handling*.
- b. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang mengkaji tentang masalah perancangan tata letak fasilitas pabrik.

#### **1.5 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian**

Agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian dan membingungkan pembaca, maka penulis membatasi masalah pada penelitian ini. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan adalah Metode *Pairwise Exchange*.
2. Alat bantu yang digunakan untuk simulasi adalah *software* Witness 2004 versi *release 2 educational*.
3. Pemilihan jenis alat pemindahan material tidak dibahas.
4. Pengolahan waktu baku menggunakan metode *work sampling*.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Luas stasiun kerja seluruhnya dianggap sama luas.
2. Data biaya *material handling* yang digunakan mulai dari Bulan Januari sampai dengan April 2013.

#### **1.6 Posisi Penelitian**

Penelitian tentang perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik untuk meminimalkan aliran *material handling* juga pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain. Untuk itu, agar dalam penelitian ini tidak terjadi penyimpangan dan penyalinan maka perlu ditampilkan posisi penelitian.

Tabel 1.1 Posisi Penelitian

Peneliti	Judul penelitian	Tujuan	Objek Penelitian	Metode	Tahun
Yuriyanto	Perancangan Ulang Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Pairwise Exchange</i> di PT. Cahaya Kawi Ultra Polyntraco	Memberikan usulan perbaikan tata letak lantai produksi yang lebih fleksibel terhadap pemindahan material.	PT. Cahaya Kawi Ultra Polyntraco	Metode <i>Pairwise Exchange</i>	2009
Umam, M. I	Rancang Ulang dan Simulasi Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Pairwise Exchange</i> di	Menghasilkan rancangan tata letak fasilitas pabrik yang baru dengan menggunakan metode <i>pairwise exchange</i> .	PT. Alam Permata Riau	Metode <i>Pairwise Exchange</i> dan simulasi menggunakan <i>Software Witness</i>	2013



	PT. Alam Permata Riau”.				
--	----------------------------	--	--	--	--

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini adalah :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan ini menjelaskan latar belakang yang berkenaan dalam permasalahan tata letak fasilitas pabrik, tujuan dari pembahasan mengenai perancangan tata letak fasilitas pabrik serta permasalahan-permasalahan yang terdapat dalam pembahasan tersebut.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Mencakup semua teori serta prinsip yang mendukung untuk penulisan penelitian dan pada saat melakukan pengumpulan data di lapangan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Mencakup semua teori serta prinsip yang mendukung untuk penulisan laporan penelitian dan pada saat melakukan pengumpulan data di lapangan.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Data diperoleh dari hasil *survey* pada PT. Alam Permata Riau, kemudian data yang ada diolah dengan menggunakan rumus-rumus dan metode-metode yang ada.

## **BAB V     ANALISA**

Berisikan analisa-analisa tentang hasil dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan berdasarkan data yang ada.

## **BAB VI    PENUTUP**

Rangkuman dari proses pengumpulan dan pengolahan data yang dikemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Serta saran yang dikemukakan untuk penelitian dan perbaikan pada masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1.Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik**

##### **2.1.1.Pengertian Tata Letak Fasilitas**

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan berguna untuk luas area penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen yang ada di pabrik (*department layout*). Bilamana kita menggunakan istilah tata letak pabrik, seringkali hal ini akan kita artikan sebagai pengaturan peralatan atau fasilitas produksi yang sudah ada (*the existing arrangement*) ataupun bisa juga diartikan sebagai perencanaan tata letak pabrik yang baru sama sekali (*the new plant layout*) (Wignjosebroto, 2009).

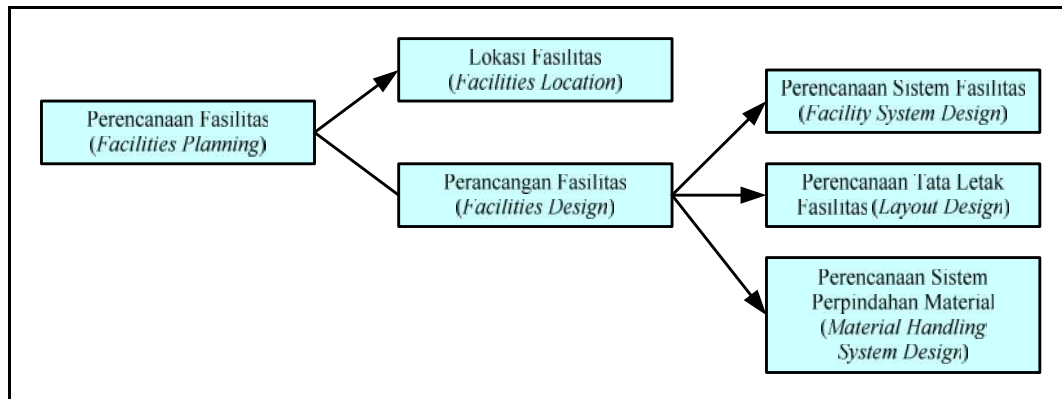
Pengertian perencanaan fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Aplikasi perencanaan fasilitas dapat ditemukan pada perencanaan *layout* sekolah, rumah sakit, bagian perakitan suatu pabrik, gudang, ruang bagasi di pelabuhan udara, kantor-kantor, toko-toko dan sebagainya. Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan didirikan atau dibangun. Di dunia industri, perencanaan fasilitas dimaksudkan sebagai rencana dalam penanganan *material* (*material handling*) dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi, juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan. Ada dua hal pokok dalam perencanaan fasilitas yaitu, berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan *material* (Anthara, 2011).

James M. Apple (1990), menyatakan bahwa tata letak pabrik adalah kegiatan yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan yang berhubungan erat dengan industri manufaktur.

### **2.1.2. Pengenalan Tata Letak Fasilitas Pabrik**

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak fasilitas ialah mengatur area kejadian segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi proses produksi yang aman dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan *performancedari* operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu antara lain sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

- a. Meningkatkan *output* produksi
- b. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)
- c. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)
- d. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang, dan servis
- e. Pendaya-gunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya
- f. Mengurangi *inventory in process*
- g. Proses manufakturing yang lebih singkat
- h. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja bagi operator
- i. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
- j. Mempermudah aktivitas supervisi
- k. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran
- l. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku atau produk jadi



Gambar 2.1 Hierarki Perencanaan Fasilitas

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Peralatan dan suatu desain produk yang bagus akan tidak ada artinya akibat perencanaan tata letak yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat didalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil. Tujuan utama didalam desain tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya seperti biaya untuk kontruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, maupun fasilitas produksi lainnya. Selain itu biaya pemindahan bahan, biaya produksi, perbaikan, keamanan, biaya penyimpanan produk setengah jadi dan pengaturan tata letak pabrik yang optimal akan dapat pula memberikan kemudahan di dalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik kelak dikemudian hari (Ardhianto, 2011).

### 2.1.3 Prosedur Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi

Perancangan fasilitas adalah kegiatan menghasilkan fasilitas yang terdiri atas penataan unsur fisik, pengaturan aliran bahan, dan penjaminan keamanan para pekerja. Dasar pengaturan komponen-komponen fasilitas adalah aliran barang, aliran informasi, tata cara kerja, dan pekerja yang dioptimumkan, baik dari sisi ekonomis maupun teknis (Hadiguna, 2008).

Pekerjaan merancang fasilitas biasanya mulai dengan suatu analisis tentang produk yang akan dibuat, atau jasa yang akan diberikan, dan sebuah perhitungan

tentang aliran barang atau kegiatan secara menyeluruh. Kemudian berlanjut dengan (memasuki) perencanaan terinci tentang susunan peralatan bagi tiap tempat kerja mandiri, langkah demi langkah. Lalu, keterkaitan antara tempat kerja dirancang, daerah yang erat hubungannya dikelompokkan dalam satu satuan, yang disebut bagian atau departemen-yang kemudian dijalin menjadi satu tata letak akhir (Apple, 1990).

Ada sejumlah langkah atau prosedur yang dikembangkan untuk memudahkan proses perancangan tata letak fasilitas produksi yang pada dasarnya bisa didekati dengan menggukankan cara yang disistematis dan terorganisir dengan baik. Dalam hal ini langkah-langkah yang umum dijumpai dalam proses perancangan teknis (*Engineering design*) dapat diaplikasikan seperti (Wignjosoebroto, 2009):

1. Identifikasi dan definisi permasalahan
2. Analisa permasalahan
3. Introduksi dan pengembangan alternatif rancangan
4. Evaluasi dan pengetesan alternatif
5. Pemilihan alternatif yang baik
6. Implementasi rancangan yang terpilih

#### **2.1.4 Tipe-tipe Tata Letak Fasilitas Pabrik**

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan-keputusan perancangan proses yang dipilih berdasarkan pada tipe-tipe tata letak. Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang. Tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout*, *Group Technology Layout* dan *Layout by Fixed Position* (Anthara, 2011).

1. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produk (*Product Layout*)

*Product layout* dapat didefenisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat/diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari

stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain (Anthara, 2011).

Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya (Anthara, 2011).

Keuntungan tipe *product layout* adalah (Anthara, 2011):

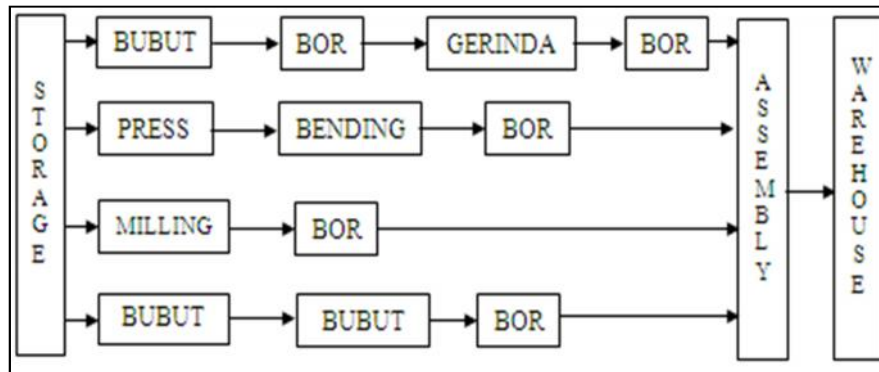
- a. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
- b. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat inventori barang setengah jadi menjadi kecil.
- c. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
- d. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
- e. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
- f. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara.
- g. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

- a. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- b. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
- c. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
- d. Membutuhkan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.

- e. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan aliran produk (*Product Layout*):



**Gambar 2.2 *Product Layout* (Wignjosoebroto, 2009)**

## 2. Tata Letak Berdasarkan Proses (*Process Layout*)

Dalam *process* atau *functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu pabrik/industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu departemen dan *mill* dijadikan satu departemen. Dengan kata lain *material* dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan (Anthara, 2011).

*Process layout* dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan order. Kondisi ini disebut sebagai *job shop*. Tata letak tipe *process layout* banyak dijumpai pada sektor industri manufaktur maupun jasa (Anthara, 2011).

Kelebihan atau keuntungan menggunakan *layout* tipe ini adalah (Anthara, 2011):

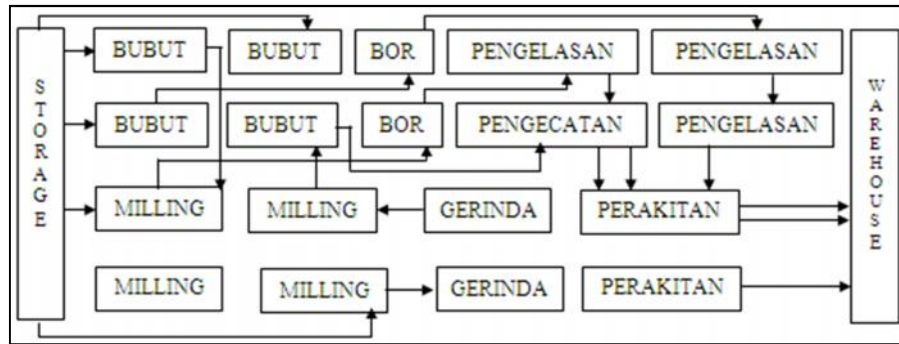


- a. Penggunaan mesin dapat dilakukan dengan efektif, konsekuensinya memerlukan sedikit mesin.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*).
- d. Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.
- e. Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
- f. Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain dan tidak menimbulkan hambatan-hambatan dalam proses produksi.

Sedangkan sisi kelemahan atau kekurangannya adalah (Anthara, 2011):

- a. Aliran proses yang panjang mengakibatkan *material handling* lebih mahal karena aktivitas pemindahan *material*. Hal ini disebabkan karena tata letak mesintergantungan pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi.
- b. Total waktu produksi lebih panjang.
- c. Inventori barang setengah jadi cukup besar, jadi menyebabkan penambahan tempat.
- d. Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.
- e. Kesulitan dalam menyeimbangkan tenaga kerja dari setiap fasilitas produksi karena penempatan mesin yang terkelompok.

Gambar dibawah ini mengilustrasikan sebuah tata letak proses



**Gambar 2.3** *Process Layout* (Wignjosoebroto, 2009)

3. Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)

Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell* (Anthara, 2011).

Karena disini setiap kelompok produk akan memiliki urutan proses yang sama maka akan menghasilkan tingkat efisien yang tinggi dalam proses manufakturingnya. Efisiensi tinggi tersebut akan dicapai sebagai konsekuensi pengaturan fasilitas produksi secara kelompok atau sel yang menjamin kelancaran aliran kerja (Ardhianto, 2011).

Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah (Anthara, 2011):

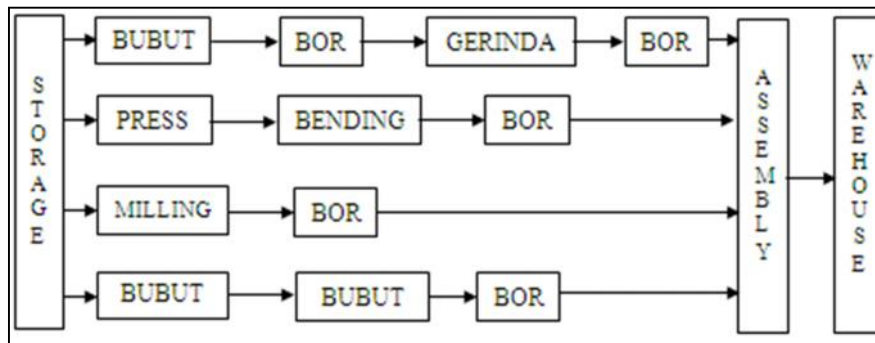
- Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antar kegiatan yang berbeda.
- Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area lantai produksi.
- Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
- Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.

- e. Operator makin terlatih, cacat produk dapat dikurangi dan dapat mengurangi bahan yang terbuang.

Seperti halnya tipe tata letak fasilitas yang lain, tipe tata letak berdasarkan kelompok produk juga mempunyai kekurangan-kekurangan yaitu (Anthara, 2011):

- a. Utilisasi mesin yang rendah.
- b. Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.
- c. Biaya yang cukup tinggi untuk realokasi mesin.
- d. Membutuhkan tingkat kedisiplinan yang tinggi karena ada kemungkinan komponen yang diproses berada pada sel yang salah.

*Group Technology layout* dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.4 Group Technology Layout**(Wignjosoebroto, 2009)

#### 4. Tata Letak Posisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

tata letak fasilitas berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk utama akan tetap pada posisi atau lokasinya. Sedangkan fasilitas produksi seperti alat, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama tersebut. Pada proses perakitan tata letak tipe ini alat dan peralatan kerja lainnya akan cukup mudah dipindahkan. Berikut skema diagram dari tata letak fasilitas produksi yang diatur berdasarkan posisi material tetap (Wignjosoebroto, 2009).

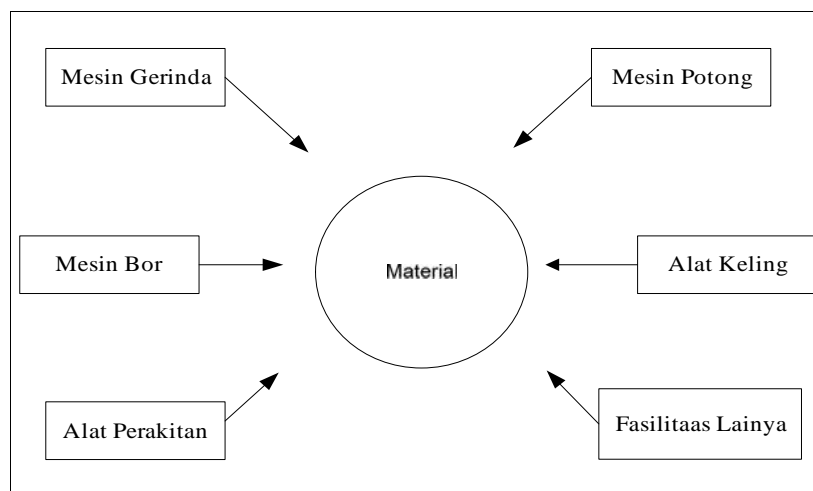
Keuntungan tata letak tipe ini adalah (Anthara, 2011):

- a. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
- b. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah (Anthara, 2011):

- a. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
- b. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
- c. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.

Gambar dibawah ini mengilustrasikan sebuah tata letak posisi tetap



**Gambar 2.5 Fixed Layout**(Wignjosoebroto,2009)

## **2.2. Material Handling (Pemindahan Bahan)**

### **2.2.1. Pengertian Material Handling**

Dalam kegiatan manufaktur, pemindahan bahan mengambil porsi 25% dari jumlah pekerja, 55% dari luas lantai yang digunakan, dan 87% dari waktu yang digunakan. Informasi demikian merupakan bukti nyata pentingnya perancangan sistem pemindahan bahan yang mampu mereduksi kontribusi pekerja, pemakaian

luas lantai, dan waktu produksi. Pada umumnya, perancangan dilakukan dengan cara ekonomi gerakan untuk tipe manual dan pemilihan alat pemindahan bahan yang memberikan manfaat lebih besar dibandingkan dengan hanya investasi yang dikeluarkan (Hadiguna, 2008).

Sistem pemindahan bahan baku memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik. Pada sebagian besar *manufacturing*, orang beranggapan bahwa lebih baik bahan yang bergerak atau berpindah dari pada orang atau mesinnya (Wignjosoebroto, 2009).

Satu dari beberapa kesimpulan umum yang dapat ditarik mengenai pemindahan bahan adalah bahwa cakupan pemindahan bahan sangat luas dan pentingnya pemindahan barang menjadikannya dikenali lebih luas. Hal ini dikarenakan kegiatan pemindahan atau pengangkutan pada suatu perusahaan tertentu dapat mencapai sekitar 50% sampai 70% kegiatan produksi, dan bukan 20% atau 10% seperti yang biasanya dikemukakan (Apple, 1990).

### **2.2.2. Pengaruh Pemindahan Bahan Pada Perencanaan Tata Letak Pabrik**

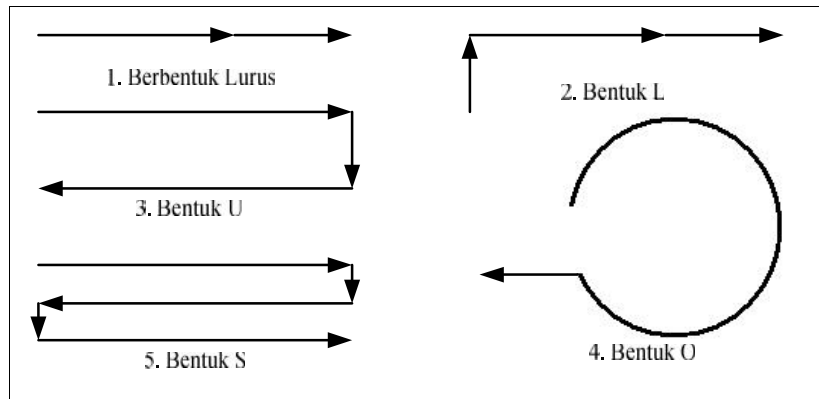
Tata letak pabrik adalah suatu aktivitas desain yang berkaitan dengan tanggung jawab dalam pengaturan lokasi dari setiap fasilitas manufaktur baik yang berhubungan langsung dengan fungsi layanan atau *service*. Desain *layout* akan memiliki pengaruh yang kuat dalam menentukan biaya dan tingkat efisiensi dari sistem *material handling* yang diaplikasikan dibandingkan dengan desain lainnya. Dengan demikian pada saat perencanaan *layout* suatu pabrik pada saat itulah secara bersamaan juga dipikirkan desain fasilitas *material handling* yang akan diaplikasikan. Perlu dicamkan benar-benar bahwasanya sekali pabrik itu telah berdiri, *layout* fasilitas produksinya sudah ditetapkan dan mesin serta peralatan produksi lainnya sudah terpasang. Maka disaat itu pula akan tipis kemungkinannya kita bisa memperbaiki metode *material handling* akan hampir tidak ada kesempatan lagi untuk mengeliminir operasi yang sedang berlangsung (Wignjosoebroto, 2009).

Masalah aliran muncul dari adanya kebutuhan untuk memindahkan bahan, komponen, orang dari permulaan proses sampai pada akhir proses untuk mencapai

lintasan yang paling efisien. Hampir setiap orang berpendapat bahwa dalam meningkatkan produktivitas akan berhasil jika ditunjang oleh aliran elemen yang bergerak melalui fasilitas yang efisien. Aliran *material* yang lancar secara otomatis akan mengurangi biaya aliran, dengan demikian tingkat produktivitas akan meningkat. Lintasan yang simpang siur menunjukkan kurangnya perencanaan aliran *material* (Anthara, 2011).

Langkah awal dalam merancang fasilitas manufaktur adalah menentukan pola aliran secara umum. Pola aliran ini menggambarkan *material* masuk sampai pada produk jadi. Beberapa pola aliran umum serta fungsi dan kegunaannya adalah:

1. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.
2. Pola aliran bentuk L  
Pola ini hampir sama dengan pola garis lurus, hanya saja pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika pola aliran garis lurus tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan pola aliran garis lurus.
3. Pola aliran bentuk U  
Pola ini digunakan jika aliran masuk *material* dan aliran keluarannya produk pada lokasi yang relatif sama.
4. Pola aliran bentuk O  
Pola ini digunakan jika keluar masuknya *material* dan produk pada satu tempat/satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.
5. Pola aliran bentuk S  
Digunakan jika aliran produksi panjang dan lebih panjang dari ruangan yang ditempati. Karena panjangnya proses, maka aliran di zig zag.  
Berikut gambar untuk pola-pola aliran:



Gambar 2.6 Pola Aliran *Material Handling*(Anthara, 2011)

## 2.3 Perencanaan Keterkaitan Kegiatan

### 2.3.1 Peta Hubungan Aktivitas

Peta hubungan aktivitas adalah suatu teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. Peta hubungan aktivitas sering dinyatakan dalam penilaian "kualitatif" dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Peta ini memiliki banyak kegunaan di antaranya yaitu menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Wignjosoebroto, 2009).

*Activity Relationship Chart* sangat berguna untuk perencanaan dan analisis hubungan aktivitas antar masing-masing departemen. Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai hubungan pola aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen penunjang terhadap departemen produksinya (Wignjosoebroto, 2009).

Pada dasarnya *Activity Relationship Chart* ini hampir mirip dengan *From To Chart*, hanya saja disini analisisnya bersifat kualitatif. Kalau pada *from to chart* analisis dilaksanakan berdasarkan angka-angka berat/volume dan jarak perpindahan bahan dari satu departemen ke departemen lain, maka *Activity relationship* akan menggantikan kedua hal tersebut dengan kode huruf yang akan menunjukkan derajat hubungan aktivitas secara kualitatif dan juga kode angka

yang akan menjelaskan alasan untuk pemilihan kode huruf tersebut (Wignjosoebroto, 2009).

Secara garis besar cara membuat *activity relationship chart* adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Catat semua departemen pada peta hubungan aktivitas.
2. Lakukan wawancara atau survei pada tenaga kerja tiap-tiap departemen atau kepada pihak manajemen tentang aktivitas pada setiap departemen.
3. Masukkan alasan setiap pasangan departemen pada peta keterkaitan yang didasarkan pada informasi karyawan dan pihak manajemen atau pengetahuan tentang keterkaitan antar kegiatan.
4. Catat derajat kedekatan setiap pasangan pada peta keterkaitan sesuai dengan alasan yang dimasukkan.
5. Evaluasi peta keterkaitan kreativitas dengan meminta pertimbangan orang lain yang tahu tentang keterkaitan antar departemen.

Tabel 2.1 Deskripsi Alasan

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersama
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan tempat kerja yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan aliran kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakkan, ramai, dan lain-lain

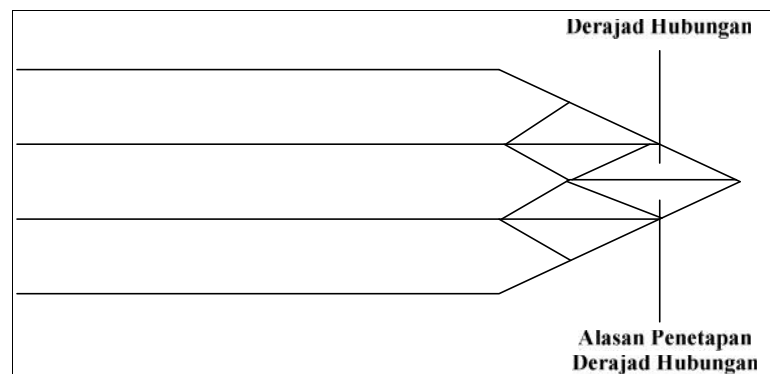
Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Kode angka pada tabel diatas yang diletakkan bagian bawah kotak yang ada, menjelaskan alasan-alasan pemilihan atau penentuan derajat hubungan antara



masing-masing departemen tersebut. Selanjutnya mengenai alasan-alasan untuk pemilihan derajat hubungan ini (yang akan diberikan kode angka) dapat diambil berdasarkan sifat atau karakteristik dari aktivitas masing-masing departemen tersebut seperti kebisingan, debu getaran, bau, dan lain-lain, penggunaan mesin atau peralatan data informasi, perawatan material peralatan secara bersama-sama. Selain itu, kemudahan aktivitas supervisi dan kerjasama yang erat kaitannya dari operator masing-masing departemen yang ada (Ardhianto, 2011).

Berikut adalah gambar peta hubungan aktivitas:



Gambar 2.7 Peta Hubungan Aktivitas (Ardhianto, 2011)

Untuk membantu menentukan kegiatan yang harus diletakkan pada satu tempat, telah ditetapkan satu pengelompokan derajat kedekatan, yang diikuti dengan tanda bagi tiap kedekatan tadi. Semuanya telah ditentukan oleh Richard Muter, yaitu (Apple, 1990) :






Tabel 2.2 Derajat Kedekatan

Kode	Kedekatan
A	Mutlak perlu didekatkan
E	Sangat penting untuuk didekatkan
I	Penting untuk didekatkan
O	Cukup atau Biasa
U	Tidak Penting
X	Tidak dikehendaki berdekatan

Sumber: Apple, 1990

Disini Kode huruf seperti A, E, I, dan seterusnya menunjukkan bagaimana aktivitas dari masing-masing departemen tersebut akan mempunyai hubungan secara langsung atau erat kaitannya satu sama lain. Kode-kode huruf ini akan diletakkan pada bagian atas dari kotak yang tersedia dan pemberian warna yang khusus juga diberikan untuk lebih mudah analisisnya. Selanjutnya kode angka 1, 2, 3 dan seterusnya akan diletakkan dibawah kotak yang ada- mencoba menjelaskan alasan-alasan pemilihan/penentuan derajat hubungan antara masing-masing departemen tersebut. Kode huruf yang menjelaskan derajat hubungan antara masing-masing departemen ini secara khusus telah distandarkan, yaitu sebagai berikut(Wignjosoebroto, 2009):

Tabel 2.3 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas

Derajat (Nilai) Kedekatan	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak		Merah
E	Sangat Penting		Oranye
I	Penting		Hijau
O	Cukup atau Biasa		Biru
U	Tidak Penting	Tidak Ada Garis	Tidak Ada Warna
X	Tidak Dikehendaki		Coklat

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Peta hubungan aktivitas sangat berguna untuk perencanaan dan analisis hubungan aktivitas antar masing-masing departemen. Sebagai hasilnya maka data yang didapat selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing-masing departemen tersebut yaitu lewat apa yang disebut dengan diagram pengalokasian wilayah. Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai hubungan pola aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen penunjang terhadap departemen produksinya.

### 2.3.2 Peta Dari-Ke (*From-To Chart*)

*From to chart* disebut juga dengan *trip frequency chart* adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. Metode ini sangat berguna untuk perencanaan apabila barang yang mengalir pada suatu lokasi berjumlah banyak seperti bengkel-bengkel, mesin umum, kantor atau fasilitas-fasilitas lainnya. Peta dari-ke dilakukan dengan cara mengubah data dasar menjadi data yang siap dipakai pada peta dari-ke dilanjutkan dengan membuat matriks sesuai jumlah kegiatan, kemudian masukkan data sesuai dengan kegiatan tersebut. Adapun data masukan ke dalam matriks dapat berbagai bentuk yang antara lain sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Jumlah gerakan antar kegiatan.
2. Jumlah bahan yang dipindahkan tiap periode waktu.
3. Berat bahan yang dipindahkan tiap periode.
4. Kombinasi dari jumlah, waktu, dan berat tiap satuan waktu.
5. Persentase dari tiap kegiatan terhadap kegiatan-kegiatan sebelumnya.

Gambar 2.8 adalah peta dari-ke yang menunjukkan jumlah material yang dipindahkan dari A ke B adalah komponen 1 dengan kapasitas 25. Material yang dipindahkan dari D ke E adalah komponen 1 dan 3 dengan kuantitas 25 dan 10 sehingga total yang dipindahkan adalah 35 (Purnomo, 2004).

Ke Dari	A	B	C	D	E
A		25	15	10	
B				25	15
C				15	
D		15			35
E					

Gambar 2.8 *From to chart* yang menunjukkan jumlah material yang dipindahkan (Purnomo, 2004)

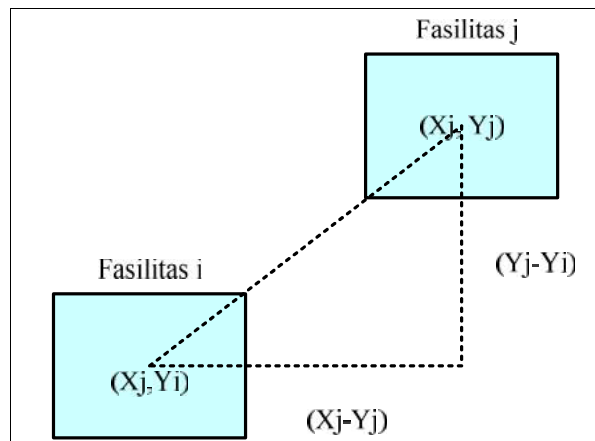
### 2.3.3 Pengukuran Jarak (*Distance Measurement*)

Pengukuran jarak adalah untuk menentukan sejauh mana atau ukuran panjang juga lebar dari suatu lokasi atau lokasi satu dengan yang lainnya. Ada beberapa ukuran yang digunakan untuk memperkirakan jarak dalam tata letak, yaitu (Hadiguna, 2008):

1. *Euclidean*

Yaitu dengan mengukur secara garis lurus jarak antara pusat fasilitas-fasilitas. Jarak ini akan menggambarkan jarak terpendek dua titik yang akan menjadi batas bawah jarak sesungguhnya.

Berikut adalah gambaran untuk pengukuran jarak:



Gambar 2.9 Model Pengukuran Jarak *Euclidean* (Hadiguna, 2008)

2. *Squared Euclidean*

Merupakan kuadrat dari *Euclidean* yang mencerminkan bobot terbesar jarak dua pasang titik yang saling berdekatan. Cara demikian relatif sedikit digunakan, namun sering secara khusus ditujukan untuk masalah lokasi.

3. *Rectilinear*

*Rectilinear* yang dikenal juga dengan Manhattan, sudut kanan, atau matriks empat persegi. Cara demikian banyak digunakan karena mudah dipahami, mudah dihitung, dan tepat untuk masalah-masalah praktis.

4. *Tchebychev*

Merupakan ukuran jarak terbesar dua nilai. Bila asumsinya adalah komponen horizontal dua pusat fasilitas lebih besar dari komponen vertikal, maka garis horizontal merupakan matriks jarak *Tchebychev*.

5. Jarak gang

Jarak gang merupakan jarak aktual perpindahan bahan di sepanjang gang yang dilakukan alat pemindahan bahan. Cara demikian diaplikasikan pada masalah tata letak manufaktur karena lintasan pembawa pemindahan bahan tidak diketahui dalam tahap awal desain, sehingga digunakan untuk tahap evaluasi.

6. *Adjacency*

*Adjacency* adalah matriks berdasarkan kedekatan yang mempunyai kelemahan tidak diturunkan dari fasilitas non-kedekatan.

7. Lintasan terpendek

Yaitu jarak antara dua simpul pada masalah lokasi jaringan kerja. Cara demikian digunakan untuk masalah yang memiliki banyak lintasan.

## 2.4 Metode Heuristik

### 2.4.1 Metode *Pairwise Exchange*

Metode *Pairwise exchange* merupakan metode untuk menentukan urutan fasilitas. Metode demikian membutuhkan *from to chart* dan ukuran fasilitas. Fungsi objektif metode demikian adalah total jarak perpindahan bahan atau dapat pula total biaya perpindahan bahannya. Sesuai dengan nama metodenya, cara kerjanya adalah menjajangi seluruh kemungkinan urutan fasilitas dan memilih urutan yang memiliki total jarak perpindahan terkecil. Langkah-langkah penyelesaian dengan metode ini adalah sebagai berikut (Hadiguna, 2008):

1. Tetapkan urutan awal fasilitas sebagai basis perencanaan dan hitung total jarak atau biaya perpindahan bahannya.
2. Lakukan pertukaran berpasangan berbasiskan urutan awal untuk setiap pasangan fasilitas, sehingga membentuk beberapa alternatif. Hitunglah total jarak atau biaya perpindahan bahannya. Pilihlah nilai terkecil.

3. Bandingkan nilai urutan terkecil urutan baru dengan urutan awal; apabila lebih besar, maka urutan awal lebih baik, tetapi jika lebih kecil lanjutkan ke langkah berikutnya.
4. Lakukan pertukaran berpasangan dengan basis urutan yang baru dan hitunglah total jarak atau biaya perpindahan bahan. Kemudian kembali ke langkah 3.

*Pairwise Exchange Method* merupakan salah satu metode perbaikan terhadap layout yang sudah ada. Metode ini bertujuan untuk meminimalisasi biaya perpindahan bahan di lantai produksi dan antar departemen. Dasar dari metode ini dilakukan dengan mengganti penempatan mesin yang satu dengan mesin yang lain. Penggantian lokasi mesin dilakukan terhadap 2 mesin yang memiliki jarak dan biaya perpindahan material yang paling minimum. Total biaya perpindahan bahan adalah total jarak yang ditempuh oleh peralatan dikalikan dengan biaya perpindahan bahan per satuan jarak (Yuriyanto, 2009).

$$TC(a) = \sum_{1 \leq i < j \leq n} w_{ij} d(a(i), a(j)) \quad (2.1)$$

Dimana,  $TC(a)$  = Total biaya perpindahan bahan (Rp)

$i$  = Stasiun  $i$

$j$  = Stasiun  $j$

$n$  = Jumlah stasiun

$W_{ij}$  = Total biaya perpindahan bahan dari mesin  $i$  ke mesin  $j$   
(Rp/meter)

$d(a(i), a(j))$  = Jarak perpindahan bahan dari mesin  $i$  ke mesin  $j$   
(meter)

Besarnya biaya perpindahan bahan ( $W_{ij}$ ) adalah:

$$W_{ij} = C_{ij} \frac{t_{ij}}{v_{ij}} \quad (2.2)$$

Dimana,  $C_{ij}$  = Biaya perpindahan bahan dari mesin i ke mesin j (Rp/meter)

$t_{ij}$  = Frekuensi perpindahan bahan

$V_{ij}$  = Kecepatan rata-rata perpindahan bahan (meter/detik)

Contoh penyelesaian menggunakan metode *pairwise exchange* (Hadiguna, 2008):

Berikut adalah *from to chart* simetris empat buah fasilitas yang akan ditentukan urutannya. Ukuran setiap fasilitas adalah sama, yaitu sebesar  $1 \times 1 \text{ m}^2$ .

Tabel 2.4 *FromTo Chart* Contoh Penyelesaian Metode *Pairwise Exchange*

	1	2	3	4
1	-	5	3	6
2		-	2	4
3			-	5
4				-

Penyelesaian:

Misalkan, urutan awal fasilitas adalah 1 – 2 – 3 – 4, maka total jaraknya adalah 44 meter yang diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

Tabel 2.5 Total Jarak Urutan Awal

Frekuensi	Jarak	Total
5	1	5
3	2	6
6	3	18
2	1	2
4	2	8
5	1	5

Total Jarak	44
-------------	----

Berdasarkan urutan 1 – 2 – 3 – 4, kita melakukan pertukaran berpasangan dan menghitung jarak perpindahan masing-masing alternatif sebagai berikut:

Tabel 2.6 Total Jarak Iterasi – 1

Urutan 2134			Urutan 3214		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	1	5	5	1	5
3	1	3	3	2	6
6	2	12	6	1	6
2	2	4	2	1	2
4	3	12	4	2	8
5	1	5	5	3	15
Total Jarak		41	Total Jarak		42

Urutan 4231			Urutan 1324		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	2	10	5	2	10
3	1	3	3	1	3
6	3	18	6	3	18
2	1	2	2	1	2
4	1	4	4	1	4
5	2	10	5	2	10
Total Jarak		47	Total Jarak		47



Urutan 1432			Urutan 1243		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	3	15	5	1	5
3	2	6	3	3	9
6	1	6	6	2	12
2	1	2	2	2	4
4	2	8	4	1	4
5	1	5	5	1	5
Total Jarak		42	Total Jarak		39

Total jarak perpindahan terkecil adalah 1 – 2 – 4 – 3, yaitu 39. Berdasarkan urutan 1 – 2 – 4 – 3, kita melakukan pertukaran berpasangan menghitung jarak perpindahan masing-masing alternatif sebagai berikut:

Tabel 2.7 Total Jarak Iterasi – 2

Urutan 2143			Urutan 3214		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	1	5	5	2	10
3	2	6	3	3	9
6	1	6	6	1	6
2	3	6	2	1	2
4	2	8	4	1	4
5	1	5	5	2	10
Total Jarak		36	Total Jarak		41
Urutan 4213			Urutan 1324		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	1	5	5	3	15
3	1	3	3	1	3
6	2	12	6	2	12
2	2	4	2	2	4
4	1	4	4	1	4

5	3	15	5	1	5
Total Jarak		43	Total Jarak		43

Urutan 1423			Urutan 1234		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	2	10	5	1	5
3	3	9	3	2	6
6	1	6	6	3	18
2	1	2	2	1	2
4	1	4	4	2	8
5	2	10	5	1	5
Total Jarak		41	Total Jarak		44

Total jarak terkecil adalah 2 – 1 – 4 – 3, yaitu 36. Berdasarkan urutan 2 – 1 – 4 – 3, kita melakukan pertukaran berpapasan dan menghitung jarak perpindahan secara terperinci pada beberapa tabel berikut:

Tabel 2.8 Total Jarak Iterasi – 3

Urutan 1243			Urutan 2341		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	1	5	5	3	15
3	3	9	3	2	6
6	2	12	6	1	6
2	2	4	2	1	2
4	1	4	4	2	8
5	1	5	5	1	5
Total Jarak		39	Total Jarak		42

Urutan 2413			Urutan 3142		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	2	10	5	2	10

3	1	3	3	1	3
6	1	6	6	1	6
2	3	6	2	3	6
4	1	4	4	1	4
5	2	10	5	2	10
Total Jarak		39	Total Jarak		39

Urutan 4123			Urutan 2134		
Frekuensi	Jarak	Jumlah	Frekuensi	Jarak	Jumlah
5	1	5	5	1	5
3	2	6	3	1	3
6	1	6	6	2	12
2	1	2	2	2	4
4	2	8	4	3	12
5	3	15	5	1	5
Total Jarak		42	Total Jarak		41

Total jarak perpindahan terkecil adalah 39 yang lebih besar dari 36, sehingga iterasi berhenti. Kita memperoleh urutan terbaik, yaitu 2 – 1 – 4 – 3 dengan total jarak perpindahan bahan sebesar 36 m.

#### 2.4.2 Metode Pembobotan Kedekatan

Metode pembobotan kedekatan sebenarnya sebuah pendekatan coba-coba, namun teknik yang digunakan memanfaatkan *score* atau bobot sesuai dengan tingkat kedekatan susunan mesin atau fasilitas. Metode demikian merupakan metode untuk pengaturan mesin atau fasilitas pada tata letak berdasarkan produk. Prinsip kerja metode adalah menentukan urutan fasilitas atau mesin terbaik. Kriteria yang digunakan dalam penentuan urutan terbaik adalah total bobot terkecil. Namun demikian, metode pembobotan kedekatan tidak memberikan jaminan solusi yang diperoleh merupakan solusi optimal. Metode demikian membutuhkan data urutan mesin. Berdasarkan data, kita akan menghitung frekuensi perpindahan antar fasilitas atau mesin yang diformat dalam *from to*

*chart* yang digunakan merupakan tipe asimetris yang mencerminkan interaksi mesin atau fasilitas yang sebenarnya (Hadiguna, 2008).

### 2.4.3 Metode Hollier

Metode lain dalam pengaturan urutan mesin yang cukup praktis dan populer digunakan adalah metode Hollier. Metode Hollier menggunakan data *from to chart* perpindahan bahan antar fasilitas. Metode demikian tidak membutuhkan data dimensi fasilitas serta tidak memerlukan penetapan urutan awal fasilitas atau mesin yang akan ditata letak. Ada dua metode Hollier yaitu metode Hollier 1 dan Hollier 2. Perbedaan keduanya hanyalah untuk mempermudah proses pengaturan urutan mesin atau efisiensi dalam proses penghitungan (Hadiguna, 2008).

Metode Hollier 1 menggunakan jumlah aliran '*from*' dan '*to*' setiap fasilitas yang akan diurutkan. Langkah-langkah metodenya sebagai berikut (Hadiguna, 2008):

1. Buat *from to chart* dari data *routing part*. Data yang digunakan dari *routingpart* menunjukkan indikasi jumlah komponen yang berpindah antar fasilitas dan akan ditata letak.
2. Hitung baris *from* dan kolom *to*. Caranya adalah dengan menjumlahkan setiap kolom dan baris. Untuk menempatkan hasil penjumlahan, tambahkan baris dan kolom baru.
3. Berdasarkan hasil penjumlahan kolom dan baris, tentukan cara menata fasilitas dengan memilih nilai penjumlahan terkecil. Jika nilai minimum diperoleh pada *to*, maka fasilitas ditempatkan pada awal urutan. Jika nilai minimum diperoleh pada *from*, maka fasilitas ditempatkan di akhir urutan. Jika hasil penjumlahan memiliki nilai-nilai yang khusus, maka aturan pemecahan sebagai berikut:
  - a. Jika menemui jumlah *to* minimum atau jumlah *from* minimum, maka pilihlah fasilitas dengan nilai rasio *from* atau *to* terkecil.
  - b. Jika jumlah *from* dan *to* adalah sama untuk fasilitas yang terpilih, maka fasilitasnya diabaikan dan fasilitas yang memiliki nilai terkecil berikutnya yang dipilih.

- c. Jika jumlah *to* minimum adalah sama dengan jumlah *from*, maka fasilitasnya dipilih dan ditempatkan masing-masing di awal dan di akhir urutan.

Metode Hollier 2 merupakan metode yang memperbaiki kinerja Hollier 1. Prinsip kerja Hollier 2 masih berdasarkan penjumlahan baris dan kolom dari *from to chart*. Langkah-langkah metode Hollier 2 sebagai berikut (Hadiguna, 2008):

1. Buatlah *from to chart* dengan prinsip sama dengan Hollier 1.
2. Hitung rasio *from* atau *to* setiap fasilitas. Caranya dengan menjumlahkan semua perpindahan *from* dan perpindahan *to* setiap fasilitas. Penjumlahan *from* dilakukan dengan menjumlahkan baris, sedangkan *to* dilakukan dengan menjumlahkan kolom. Setelah memperoleh nilai penjumlahan setiap kolom dan di setiap baris, lakukan perhitungan rasio *from* atau *to* dengan membagi nilai *from* dengan *to*. Hasil perhitungan rasio ditempatkan pada kolom tambahan baru.
3. Langkah selanjutnya adalah menata fasilitas berdasarkan rasio terbesar hingga terkecil. Fasilitas yang memiliki rasio *from* atau *to* tertinggi berarti mendistribusikan banyak perpindahan dan menerima pekerjaan lebih sedikit dari fasilitas lain, demikian sebaliknya. Pengaturan fasilitas berdasarkan hal demikian. Artinya, fasilitas dengan rasio tertinggi ditempatkan di awal urutan, sedangkan fasilitas dengan rasio terendah ditempatkan di akhir urutan. Dalam kasus tertentu dimana nilai rasio sama besarnya, pemilihannya adalah dengan memilih fasilitas dengan nilai tertinggi yang ditempatkan di depan fasilitas dengan nilai *from* terkecil.

#### **2.4.4 Metode *Modified Spanning Tree* (MST)**

Metode MST merupakan metode untuk menentukan urutan fasilitas. Data yang diperlukan adalah *from to chart* simetris dan ukuran panjang fasilitas. Metode demikian mengurutkan fasilitas berdasarkan nilai bobot. Langkah-langkah penyelesaian dengan metode ini sebagai berikut (Hadiguna, 2008) :

1. Berikan matriks aliran  $[f_{ij}]$ , matriks *clearance*  $[d_{ij}]$ , dan panjang mesin  $L_i$ . Kemudian hitunglah matriks kedekatan dengan rumus  $f_{ij} = (f_{ij})[d_{ij} + \frac{1}{2}(L_i + L_j)]$ .
2. Temukan elemen terbesar pada matriks bobot kedekatan dan notasikan sebagai pasangan  $i^*$  dan  $j^*$ . Tetapkanlah  $f_{i^*j} = f_{j^*i} = -\infty$
3. Temukan elemen terbesar  $f_{i^*k}$  dan  $f_{j^*l}$  di baris  $i^*$ ,  $j^*$  dari matriks kedekatan. Jika  $f_{i^*k} \geq f_{j^*l}$ , maka hubungkan  $k$  ke  $i^*$ , pindahkan baris  $i^*$ , kolom  $i^*$  dari matriks kedekatan; lalu tetapkan  $i^* = k$ . Lebih lanjut, hubungkan  $l$  ke  $j^*$ , kolom  $j$  dari matriks bobot kedekatan dan tetapkan  $j^* = l$  tetapkanlah  $f_{i^*j} = f_{j^*i} = -\infty$ .
4. Ulangi langkah 3 untuk seluruh fasilitas.

#### 2.4.5 Metode Pembobotan Berbasis Graph

Pengenalan penggunaan teori *graph* sebagai alat matematis dalam menyelesaikan masalah tata letak telah muncul pada tahun 1960-an. Konsep dasar dalam metode pembobotan berbasis *graph* adalah membangun *graph* kedekatan yang diwakili simpul sebagai departemen yang dihubungkan busur antar kedua simpul. Busur menunjukkan bahwa dua departemen berbagi batas yang sama. Ada dua pendekatan yang dapat dikembangkan, yaitu *maximally weighted planar* dan *adjacency graph*. Pendekatan pertama diawali dengan diagram keterkaitan. Kemudian, pemilihan dilakukan dengan memotong busur penghubung antarsimpul yang menyakinkan bahwa *graph* akhir *planar*. Pendekatan kedua adalah konstruksi iterasi dari *graph* kedekatan melalui algoritma pemasukan sebuah simpul. Prosedur heuristik berdasarkan pendekatan kedua adalah sebagai berikut (Hadiguna, 2008) :

1. Siapkan matriks *from to chart* yang simetris berdasarkan frekuensi pemindahan bahan antarfasilitas. Pasngkan dua fasilitas dengan memilih nilai frekuensi pemindahan yang terbesar.

2. Selanjutnya, pilihlah fasilitas yang ketiga. Fasilitas yang ketiga dipilih berdasarkan jumlah frekuensi yang terkait dengan dua fasilitas yang telah terpilih di langkah pertama. Hitung jumlah frekuensi setiap fasilitas yang belum ditataletak.
3. Kemudian, pilihlah fasilitas yang keempat melalui evaluasi nilai satu fasilitas yang belum ditata letak dan buatlah busur yang menghubungkan fasilitas keempat dengan fasilitas yang telah ditata letak.
4. Lanjutkan untuk fasilitas yang belum ditata letak lainnya hingga semuanya terpasang dan terhubung satu sama lain. Pemasangan fasilitas baru ke dalam tata letak umumnya berhadapan dengan alternatif-alternatif. Maka, alternatif yang dipilih adalah yang memberikan nilai terbesar. Apabila nilai yang dihasilkan sama besarnya, maka pilihlah secara sembarang.

#### 2.4.6 Metode OPT

Algoritma 2-opt hanya mempertimbangkan pertukaran berpasangan antar dua fasilitas secara bersamaan. Pertukaran posisi dapat diperkirakan sebanyak setengah dari  $mn(mn-1)$  di mana  $m$  jumlah baris dan  $n$  jumlah kolom. Metode terdiri atas tiga langkah (Hadiguna, 2008) :

1. Bila  $S$  sebagai penyelesaian awal dan  $z$  sebagai nilai fungsi objektif, maka tetapkan  $S^* = S$ ,  $z^* = z$ ,  $i = 1$ , dan  $j = i + 1 = 2$ .
2. Mempertimbangkan pertukaran antara posisi fasilitas  $i$  dan  $j$  dalam penyelesaian  $S$ . Jika hasil pertukaran dalam sebuah penyelesaian  $S^*$  menunjukkan nilai fungsi objektif  $z' < z^*$ , maka tetapkan  $z^* = z'$  dan  $S^* = S^*$ . Jika  $j < mn$ , tetapkan  $j = j + 1$  ; sebaliknya, tetapkan  $i = i + 1$  dan  $j = j + 1$ . Jika  $i < mn$ , ulangi langkah 1; tetapi jika sebaliknya, maka lanjutkan pada langkah 3.
3. Jika  $S$  tidak sama dengan  $S^*$ , tetapkan  $S = S^*$ ,  $z = z^*$ ,  $i = 1$ , dan  $j = i + 1 = 2$ ; lalu lanjutkan langkah 2. Jika sebaliknya, kembali ke  $S^*$  sebagai penyelesaian terbaik. Berhenti.

Prinsip untuk algoritma 3-opt serupa dengan algoritma 2-opt, kecuali yang dipertimbangkan adalah pertukaran sekaligus tiga falititas. Dalam hal ini, ada dua kemungkinan cara pertukaran yaitu:  $i - k - j - i$  dan  $j - k - i - j$  (Hadiguna, 2008).

## 2.5 Simulasi

Kata simulasi berasal dari bahasa asing (Inggris) yaitu *to simulate* yang berarti menirukan, sedang kata *simulation* yang diterjemahkan ke bahasa Indonesia dengan simulasi mempunyai makna tiruan atau upaya menirukan, yaitu menirukan suatu sistem nyata (*real system*) yang menjadi objek kajian dalam rangka mencari jawaban atas persoalan sistem tersebut (Asmungi, 2006).

Banyak para ahli memberikan definisi tentang simulasi. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut (Suryani, 2006):

### 1. Emshoff dan Simon (1970)

Simulasi didefinisikan sebagai suatu model sistem dimana komponennya direpresentasikan oleh proses-proses aritmatika dan logika yang dijalankan komputer untuk memperkirakan sifat-sifat dinamis sistem tersebut.

### 2. Shannon (1975)

Simulasi merupakan proses perancangan model dari sistem nyata yang dilakukan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap model untuk mempelajari perilaku sistem atau evaluasi strategi.

### 3. Banks dan Carson (1984)

Simulasi merupakan tiruan dari sistem nyata yang dikerjakan secara manual atau computer, yang kemudian diobservasi dan disimpulkan untuk mempelajari karakterisasi sistem.

### 4. Hoover dan Perry (1990)

Simulasi merupakan proses perancangan model matematis atau logis dari sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model dengan menggunakan



komputer untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem.

#### **5. Law dan Kelton (1991)**

Simulasi didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau mempresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

#### **6. Khosnevis (1994)**

Simulasi merupakan proses aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem, atau untuk membangun sistem baru yang sesuai dengan kinerja yang diinginkan.

Sehingga simulasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknik dalam pembuatan suatu model dari sistem nyata atau usulan sistem sedemikian sehingga perilaku dari sistem tersebut pada kondisi tertentu dapat dipelajari. Dengan simulasi para analis dimungkinkan untuk mengambil kesimpulan tentang sistem baru tanpa harus membangunnya terlebih dahulu, atau melakukan perubahan pada sistem yang ada tanpa mengganggu kegiatan yang sedang berjalan (Arifin, 2009).

#### **2.5.1 Manfaat Simulasi**

Model simulasi merupakan *tool* yang cukup fleksibel untuk memecahkan masalah yang sulit untuk dipecahkan dengan model matematis biasa. Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk pemecahan analitis dari model tersebut. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Oleh karena itu manfaat yang didapat dengan menggunakan metode simulasi adalah sebagai *tool* bagi perancangan sistem atau pembuat keputusan, dalam hal ini manajer untuk menciptakan sistem kerja tertentu baik dalam tahap perancangan sistem (untuk yang masih berupa usulan) maupun tahap operasional (untuk sistem yang sudah berjalan) (Suryani, 2006).

Kelebihan model simulasi (Suryani, 2006):

1. Tidak semua sistem dapat dipresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat.
2. Dapat bereksperimen tanpa adanya risiko pada sistem nyata. Dengan simulasi memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan.
3. Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Simulasi memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu relatif singkat.
5. Dapat menggunakan *input* data bervariasi

Kekurangan model simulasi (Suryani, 2006):

1. Kualitas dan analisis model tergantung pada si pembuat model.
2. Hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu.

### **2.5.2 Simulasi Witness**

Witness merupakan *software* simulasi yang disediakan oleh perusahaan Lanner Group. Perusahaan ini telah dikenal lebih dari satu dekade sebagai perusahaan pengembang yang sudah berpengalaman dibidang simulasi komputer. Sekarang lebih dari 6.500 sistem Witness yang digunakan di dunia, dikelompokkan mulai dari bidang otomotif sampai ke bidang farmasi (Lanner Group, 2009).

Witness adalah alat bantu untuk membangun simulasi proses yang bersifat dinamis yang telah digunakan oleh ribuan organisasi untuk memvalidkan usulan fasilitas atau usulan perusahaan, untuk mencapai tujuan dari pelaksanaan proses atau untuk mendukung aktivitas proses peningkatan secara berkesinambungan (Lanner Group, 2009).

Langkah-langkah dalam menggunakan simulasi Witness adalah sebagai berikut (Lanner Group, 2009):

1. Menentukan tujuan

Langkah ini merupakan yang pertama dan bagian yang paling penting dari beberapa perancangan simulasi. Beberapa tujuan dari simulasi adalah untuk membuat keputusan perusahaan yang lebih baik. Anda sebagai pelaku simulasi harus mengerti keputusan perusahaan ini kemungkinan besar memiliki implikasi penting untuk isi dari model simulasi anda.

2. Merincikan ruang lingkup dari model

Cakupan dari model simulasi berkanaan dengan di mana awal dan akhir dari model tersebut.

3. Mengumpulkan data

Terdapat 3 jenis data yang digunakan, yaitu:

a. Data yang tersedia

Contohnya data-data yang tersedia pada dokumen-dokumen perusahaan.

b. Data yang tidak tersedia namun dapat dikumpulkan

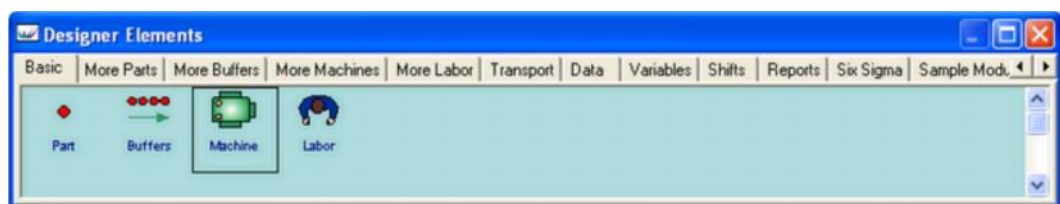
Contohnya data waktu pasti proses manual

c. Data yang tidak tersedia dan tidak dapat dikumpulkan

Contohnya model dari pabrik yang baru pada lahan yang baru dengan perlengkapan yang baru pula.

4. Menyusun model

Langkah akhir yang terpenting sebelum membangun model simulasi adalah dengan menyusunnya. Ini akan diidentifikasi area yang paling sulit untuk membangun model dan penambahan data yang diperlukan seperti waktu perpindahan elemen di antara proses.



Gambar 2.10 Jendela *Design Element*

Isi dari model terdiri atas komponen, mesin-mesin produksi dan penumpukan. Klik pada *icon* mesin pada menu *design elements*, tempatkan

krusor pada jendela *layout* dan klik tombol kiri pada mouse. Mesin akan muncul pada jendela simulasi. Lakukan hal yang sama jika ingin menambahkan komponen-komponen lainnya.

##### 5. Membangun model

Dalam langkah ini kita akan membangun elemen-elemen(menetapkan, menampilkan dan merincikannya), kemudian menyambungkannya bersamaan dengan perintah.

Menetapkan aturan dan menghubungkan tiap-tiap elemen menjadi satu. Untuk memasukkan aturan adalah dengan memilih elemen dan menetapkan perintah sistem *push* atau *pull*.



Gambar 2.11 Jendela *Input Rule*

##### 6. Menjalankan Model

Setelah menetapkan, menampilkan dan merincikan elemen-elemen dari model tersebut, anda dapat menjalankannya dengan segera, kemudian anda dapat memodifikasinya dengan menambahkan, mengganti atau menghapus beberapa elemen.



Gambar 2.12 *Run Toolbar*

Untuk menjalankan model atur waktu berakhirnya untuk simulasi pada kotak teks kemudian klik simbol jam alarm pada *run toolbar* dan klik tombol jalankan.

#### 7. *Generating Report*

Setelah membangun dan menjalankan model, laporan hasil dari Witness dapat digunakan untuk membantu dalam memilih beberapa alternatif skenario.

Anda dapat memilih berbagai tipe untuk dijalankan, contohnya:

- a. Dalam hal untuk meningkatkan pemanfaatan dari kinerja mesin, yang akan sangat menjadi perhatian anda adalah pada proporsi perbandingan waktu yang dihabiskan oleh mesin dalam hal *idle* dengan waktu yang dihabiskan untuk beroperasi selama simulasi.
- b. Dalam hal untuk meningkatkan hasil keluaran dari operasi, anda akan sangat tertarik pada jumlah dari *parts* yang diproses selama simulasi.
- c. Dalam hal untuk menentukan jumlah tenaga kerja, yang akan sangat menjadi perhatian anda adalah pada proporsi dari waktu yang digunakan para operator dalam keadaan berkerja.
- d. Dalam hal untuk mengurangi *waste*, yang akan sangat menjadi perhatian anda adalah pada jumlah dari *parts* yang terbuang selama masa simulasi.
- e. Dalam hal untuk menghindari kehilangan konsumen yang diakibatkan antrian yang sangat panjang, yang akan sangat menjadi perhatian anda adalah pada jumlah pelanggan yang gagal untuk masuk.
- f. Dalam hal untuk mengestimasi daya tahan dari kendaraan anda, yang akan sangat menjadi perhatian anda adalah pada total jarak yang dilalui oleh kendaraan tersebut yang disimulasikan.

### 2.6 Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Pengukuran Langsung

Penelitian kerja dan analisa metode kerja pada dasarnya akan memusatkan perhatiannya pada bagaimana (*how*) suatu macam pekerjaan akan diselesaikan. Dengan mengaplikasikan prinsip dan teknik pengaturan cara kerja yang optimal dalam sistem kerja tersebut, maka akan dapat diperoleh alternatif metoda

pelaksanaan kerja yang dianggap memberikan hasil yang paling efektif dan efisien. suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat (Wignjosoebroto, 1995).

Untuk menghitung waktu baku (*standard time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metoda kerja terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement*). Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu standar yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran waktu kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Waktu baku ini sangat diperlukan terutama sekali untuk (Wignjosoebroto, 1995):

1. *Man power planning* (perencanaan kebutuhan tenaga kerja)
2. Estimasi biaya untuk upah karyawan atau pekerja
3. Penjadwalan produksi dan penganggaran
4. Perencanaan sistem pemberian bonus dan intensif bagi karyawan/pekerja yang berprestasi
5. Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Dengan demikian waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang dinyatakan berapa lama suatu kegiatan itu berlangsung dan berapa *output* yang akan dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

Pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu kerja ini dapat dibagi atau dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu:

1. Pengukuran kerja secara langsung

Pengukuran kerja secara langsung adalah pengukuran kerja yang pengukurannya dilaksanakan secara langsung yaitu ditempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Dua cara termasuk didalamnya adalah :

- a. Pengukuran kerja dengan menggunakan jam henti (*stop watch time study*)
- b. Pengukuran kerja dengan sampling kerja (*work sampling*)

## 2. Pengukuran kerja secara tak langsung

Pengukuran kerja secara tak langsung adalah pengukuran kerja yang melakukan perhitungan waktu kerja tanpa si pengamat harus di tempat pekerjaan yang diukur. Disini aktivitas yang dilakukan hanya melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia (Wignjosoebroto, 1995).

### 2.6.1 Pengukuran Kerja dengan Metode Sampling Kerja (*work sampling*)

Sampling kerja atau *work sampling* adalah suatu teknik kerja untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses atau pekerja atau operator. Pengukuran kerja dengan metode sampling kerja ini sama halnya dengan pengukuran kerja dalam jam henti (*stop watch time study*) diklasifikasikan sebagai pengukuran kerja secara langsung karena pelaksanaan kegiatan pengukuran harus secara langsung ditempat kerja yang diteliti. Bedanya dengan cara jam kerja henti adalah bahwa pada cara sampling pekerjaan pengamat tidak terus-menerus berada di tempat yang pekerjaan melainkan mengamati hanya pada waktu-waktu yang telah ditentukan secara acak (Wignjosoebroto, 1995).

Bila dibandingkan metode *work sampling* dengan metode yang lain , misalnya *Stopwatch time study*, maka metode sampling kerja sangat efisien dalam pengumpulan data. Informasi dapat diperoleh dengan instrument pengukuran yang sederhana, murah dan sekaligus kita dapat melakukan beberapa objek pengamatan (Wignjosoebroto, 1995).

Teknik sampling kerja ini pertama kali digunakan oleh seorang sarjana Inggris bernama L.C.H. Tippet di pabrik-pabrik tekstil di Inggris, tetapi karena kegunaannya cara ini kemudian dipakai di negara-negara lain secara lebih luas.

Metode sampling kerja ini telah terbukti lebih efisien dan efektif untuk digunakan dalam mengumpulkan informasi mengenai kerja dari mesin atau operator. Dikatakan efektif karena dengan cepat dan mudah cara ini dapat dipakai untuk mengetahui tingkat pendayagunaan waktu tenaga kerja, mesin, proses, penentuan waktu baku untuk suatu proses produksi. Dibanding metode lain lebih efisien karena informasi yang dikehendaki akan didapatkan dalam waktu relatif lebih singkat dan dengan biaya yang tidak terlalu besar. Secara garis besar metode sampling kerja akan dapat digunakan untuk (Wignjosoebroto, 1995):

1. Mengukur *ratio delay* dari tenaga kerja, operator, mesin atau fasilitas kerja lainnya. Sebagai contoh ialah untuk menentukan persentase dari jam atau hari dimana tenaga kerja benar-benar terlibat dalam aktivitas kerja yang dilakukan (menganggur atau *idle*)
2. Menetapkan *performance level* dari tenaga kerja selama waktu kerjanya berdasarkan waktu-waktu dimana orang ini bekerja atau tidak bekerja.
3. Menentukan waktu baku untuk waktu proses yang dilakukan oleh tenaga kerja seperti halnya yang dapat dilaksanakan oleh pengukuran kerja lainnya.

Metode sampling kerja dikembangkan berdasarkan hukum probabilitas (*the law of probability*) karena itulah pengamatan suatu objek tidak perlu dilaksanakan secara menyeluruh (populasi), melainkan cukup dilakukan dengan menggunakan contoh yang diambil secara acak (*random*). Suatu sampel atau contoh yang diambil secara acak dari suatu grup populasi yang besar akan cenderung memiliki pola distribusi yang sama seperti yang dimiliki oleh grup populasi tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

### **2.6.2 Menentukan Jadwal Waktu Pengamatan Secara Acak**

Pada langkah ini dilakukan sejumlah pengamatan terhadap aktivitas kerja untuk selang waktu yang diambil secara acak. Untuk ini biasanya satu hari kerja dibagi kedalam satuan-satuan waktu yang besarnya ditentukan oleh pengukur. Biasanya panjang satu-satuan waktu tidak terlalu singkat dan juga tidak terlalu panjang. Berdasarkan satuan-satuan waktu inilah saat-saat kunjungan dilakukan (Sutalaksana, 1997).



Misalnya satu satuan panjangnya 5 menit, jadi satu hari kerja (7 jam) mempunyai 84 satuan waktu. Ini berarti jumlah kunjungan perhari tidak lebih dari 84 kali. Jika dalam satu hari dilakukan 36 kali kunjungan maka dengan bantuan tabel bilangan acak ditentukan saat-saat kunjungan tersebut. Demikian seterusnya, dengan cara yang sama maka waktu-waktu pengamatan akan dapat kita pilih secara acak sehingga secara statistik hasil yang akan kita peroleh nantinya akan dipertanggungjawabkan. Jika 50 kali pengamatan harus dilaksanakan setiap harinya, maka sebanyak 50 angka harus pula didapatkan dari tabel *random*. Setelah dilakukan proses penyeleksian dengan sebaik-baiknya, maka angka-angka petunjuk waktu pengamatan ini harus diatur menurut kronologis waktu yang akan memberikan jadwal yang terencana dan mudah diikuti oleh pengamat kerja yang akan melakukan penelitian (Sutalaksana, 1997).

Sebagai catatan tambahan, pengamatan biasanya tidak akan dilaksanakan pada jam-jam istirahat formal (istirahat makan siang, *coffee break*, dan lain-lain) yang secara periodik telah ditetapkan. Prinsipnya sampling kerja ini harus dilakukan untuk mengamati kondisi-kondisi normal dari suatu proses yang sedang berlangsung. Tabel bilangan acak bisaanya terdapat pada buku-buku statistik ataupun buku khusus tabel-tabel teknik. Syaratnya adalah besarnya tidak boleh lebih dari 84 dan tidak boleh terjadi pengulangan. Cara melihat tabel bilangan random bisa secara vertikal atau secara horizontal (Sutalaksana, 1997).

### **2.6.3 Penyesuaian Waktu Kerja dengan *Rating Performance***

Bagian yang paling penting di dalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan ataupun tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung. Kecepatan, usaha, tempo ataupun *performance* kerja semuanya akan menunjukkan kecepatan gerakan operator pada saat bekerja. Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai *rating performance* (Wignjosoebroto, 1995).

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau

kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan disaat lain malah terlalu lambat (Wignjosoebroto, 1995).

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian *rating factor*. Faktor ini adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

1. Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu bekerja diatas batas kewajaran (normal) maka *rating factor* ini akan lebih besar dari satu ( $p > 1$  atau  $p > 100\%$ )
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitubekerja dengan kecepatan dibawah kewajaran (normal) maka *rating factor* ini akan lebih kecil dari satu ( $p < 1$  atau  $p < 100\%$ )
3. Apabila operator bekerja secara normal atau wajar maka *rating factor* ini akan diambil sama dengan satu ( $p = 1$  atau  $p = 100\%$ )

Guna melaksanakan pekerjaan secara normal maka akan daianggap bahwa operator tersebut cukup berpengalaman pada saat bekerja melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya. Berikut ini akan diuraikan beberapa sistem untuk memberikan *rating* yang umumnya diaplikasikan didalam aktivitas pengukuran kerja (Wignjosoebroto, 1995).

#### **2.6.3.1 Skill dan Effort Rating**

Sekitar tahun 1916 Charles E. Bedaux memperkenalkan suatu sistem untuk pembayaran upah atau pengendalian tenaga kerja. Sistem yang diperkenalkan oleh Bedaux ini berdasarkan pengukuran kerja dan waktu baku yang ada dinyatakan dengan “Bs”. Prosedur pengukuran kerja yang dibuat oleh Bedaux juga untuk menentukan *rating* terhadap kecakapan (*skill*) dan usaha-usaha yang ditunjukkan operator pada saat bekerja. Disini Bedaux menetapkan angka 60 Bs sebagai *performance* standar yang harus dicapai oleh seorang operator. Dengan kata lain

seorang operator yang bekerja dengan kecepatan normal diharapkan mampu mencapai angka 60 Bs per jam dan intensif dilakukan pada tempo kerja rata-rata sekitar 70 sampai 80 Bs per jam (Wignjosoebroto, 1995).

#### **2.6.3.2 Westing house System's Rating**

*Westing house company* (1927) juga ikut memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap bila dibandingkan dengan sistem yang dilaksanakan oleh Bedaux. Disini selain kecakapan (*skill*) dan usaha (*effort*) yang telah dinyatakan oleh Bedaux sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *Westing house* menambahkan lagi dengan kondisi kerja (*working condition*) dan konsistensi dari operator didalam melakukan kerja (Wignjosoebroto, 1995).

Untuk itu *Westing house* telah berhasil membuat suatu tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai yang berdasarkan tingkat yang ada untuk masing-masing faktor tersebut. Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan jalan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat *rating factor* yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator (Wignjosoebroto, 1995).

#### **2.6.4 Penetapan Kelonggaran (*Allowance*)**

Waktu normal untuk suatu elemen pekerjaan adalah untuk menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaannya pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupundemikian pada kenyataannya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari. Operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu khusus untuk keperluan seperti kebutuhan pribadi, istirahat untuk melepaskan lelah dan alasan-alasan lain diluar kontrolnya (Wignjosoebroto, 1995).

#### **2.6.5 Aplikasi Sampling Kerja Untuk Penetapan Waktu Standar**

Seperti telah diketahui bahwa studi sampling kerja akan dapat menentukan beberapahal berikut (Wignjosoebroto, 1995):

1. Persentase atau proporsi antara aktivitas dan *idle* (waktu kosong atau menganggur)
2. Penetapan waktu standar kegiatan

Seperti halnya dalam *stop watch time study* maka disini juga harus diestimasikan terlebih dahulu *rating factor* dari tenaga kerja yang diukur dan waktu longgar (*allowance*) yang ada. Sehingga waktu baku penyelesaian suatu produk dapat dinyatakan dalam rumus berikut :

$$\text{Waktu standar} = \frac{TT \times WT \times RF}{\sum Y_i} \times \frac{100\%}{100\% - All} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

TT = *Total Time* (Total waktu pengamatan)

WT = *Working Time*

RF = *Rating Factor*

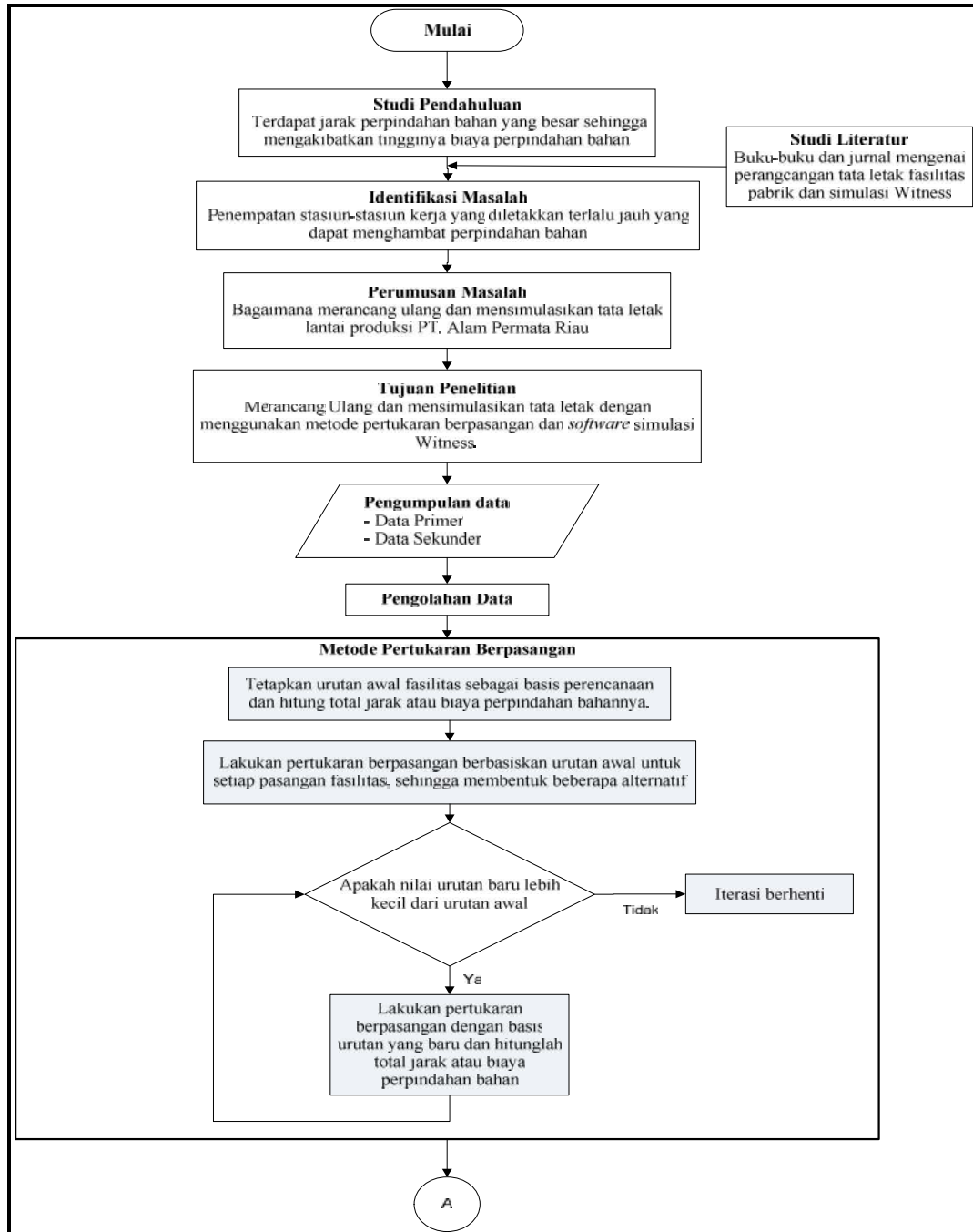
$Y_i$  = Total Volume pekerjaan yang dilakukan operator selama pengamatan

All = *Allowance* (kelonggaran)

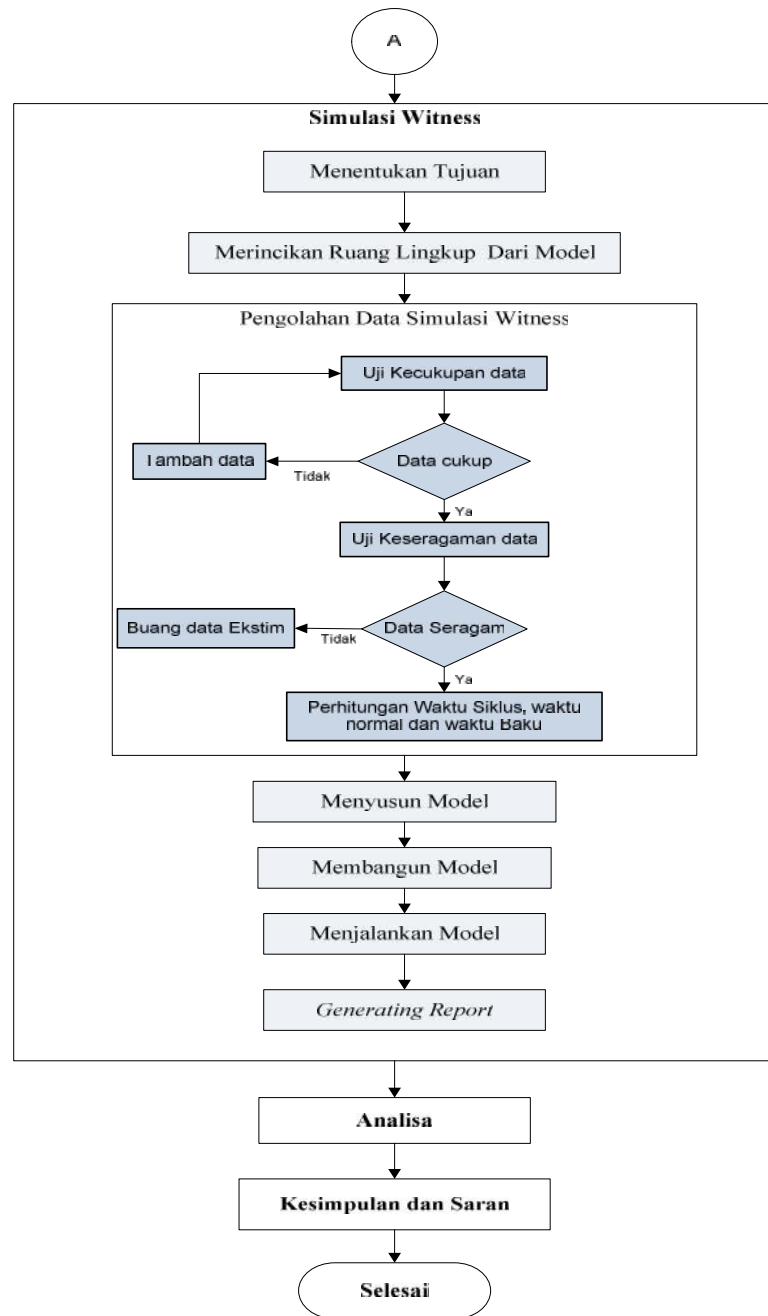
### BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang akan ditempuh dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian (lanjutan)

Pada bab ini akan diuraikan metodologi penelitian atau tahap-tahap penelitian yang akan dilalui dari awal sampai akhir. Metodologi penelitian perlu ditentukan terlebih dahulu, agar di dalam mencari solusi untuk memecahkan masalah lebih terarah dan mempermudah proses analisis. Selain itu, untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik, diperlukan tahapan penelitian yang tepat dan jelas. Pada penelitian ini, tahap-tahap yang akan dilakukan adalah :

### **3.1 Studi Pendahuluan**

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum penelitian ini dilaksanakan adalah mencari permasalahan yang akan diteliti. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui lebih detail tentang informasi-informasi yang diperlukan untuk menentukan variabel penelitian. Studi pendahuluan dilakukan di PT. Alam Permata Riau yang berada di Jalan Keramat Sakti - Kubang Nomor 48 Siak Hulu kabupaten Kampar. Dalam langkah ini penulis menentukan topik yang menjadi permasalahan yaitu besarnya jarak perpindahan bahan yang secara otomatis diikuti dengan tingginya biaya perpindahan bahan.

### **3.2 Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi tentang teori-teori yang berguna sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah tentang tata letak fasilitas pabrik dan simulasi. Tahap ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan referensi-referensi atau literatur-literatur yang bisa mendukung dalam pemecahan permasalahan yang ada. Studi pustaka juga berisi teori-teori yang dibutuhkan dan mendukung dalam penyelesaian laporan penelitian. Sumber pendukung dalam penelitian diambil dari buku-buku yang memuat teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan tersebut. Studi literatur merupakan penunjang dan sumber ilmu bagi penulis yang digunakan untuk landasan teori antara lain buku-buku serta jurnal yang berkaitan dengan tata letak fasilitas pabrik dan simulasi.

### **3.3 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada proses pembuatan palet di PT. Alam Permata Riau kemudian setelah mendapat permasalahan yang ingin diteliti penulis melakukan perumusan masalah yang berhubungan dengan identifikasi masalah dari hasil pengamatan tersebut. Perumusan masalah diperlukan agar permasalahan dalam penelitian ini jelas dan tidak melebar sehingga mempermudah pemecahan masalah demi tercapainya tujuan penelitian.

### **3.4 Tujuan Penelitian**

Setelah permasalahan dapat teridentifikasi maka langkah selanjutnya adalah menetapkan tujuan. Dimana tujuan penelitian ini yaitu merancang ulang tata letak lantai produksi pada PT. Alam Permata Riau sehingga didapatkan jarak perpindahan bahan dan biaya perpindahan bahan yang kecil.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Untuk menghasilkan penelitian yang ilmiah dan bisa dipertanggung jawabkan, data merupakan hal yang sangat signifikan dan krusial. Oleh sebab itu data yang dikumpulkan haruslah benar-benar riil dan bukan rekayasa. Dalam penelitian ini metode yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut :

#### **1. Data Primer**

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah hasil dari observasi. Data primer adalah data yang diambil langsung pada perusahaan yang diteliti adalah waktu baku setiap stasiun kerja, frekuensi pemindahan bahan antar mesin, jarak antar mesin, kecepatan perpindahan bahan, biaya perpindahan bahan.

#### **2. Data Skunder**

Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data yang sudah ada di PT. Alam Permata Riau data sekunder adalah data yang sudah tersedia pada perusahaan yaitu profil perusahaan, data proses produksi, jumlah tenaga kerja, jumlah jam kerja yang tersedia, dan jumlah permintaan produk tiap bulan.

### **3.6 Pengolahan Data**

Setelah mendapatkan data, maka langkah selanjutnya mengolah data dengan menggunakan metode yang sudah ditetapkan yaitu pertukaran berpasangan (*Pairwise Exchange Method*). Adapun tujuan dari pengolahan data yaitu data mentah yang diperoleh diolah sehingga akan didapatkan jarak antar mesin yang terkecil kemudian dilanjutkan dengan simulasi dengan menggunakan *software* Witness sehingga memudahkan dalam mengambil kesimpulan atau menjawab permasalahan yang sedang dialami. Pengolahan data berisi mengenai pengolahan data-data yang telah diperoleh dari hasil pengumpulan data untuk mendapatkan tujuan dari penelitian.



### **3.6.1 Metode Pertukaran berpasangan (*Pairwise Exchange Method*)**

Langkah-langkah penyelesaian dengan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Tetapkan urutan awal fasilitas sebagai basis perencanaan dan hitung total jarak atau biaya perpindahan bahannya.
2. Lakukan pertukaran berpasangan berbasiskan urutan awal untuk setiap pasangan fasilitas, sehingga membentuk beberapa alternatif. Hitunglah total jarak atau biaya perpindahan bahannya. Pilihlah nilai terkecil.
3. Bandingkan nilai urutan terkecil urutan baru dengan urutan awal; apabila lebih besar, maka urutan awal lebih baik, tetapi jika lebih kecil lanjutkan ke langkah berikutnya.
4. Lakukan pertukaran berpasangan dengan basis urutan yang baru dan hitunglah total jarak atau biaya perpindahan bahan. Kemudian kembali ke langkah 3.
5. Setelah didapatkan jarak perpindahan terkecil maka kemudian dilakukan perhitungan untuk biaya perpindahan bahan.

### **3.6.2 Simulasi Witness**

Setelah pengolahan data dilakukan, maka hasil rancangan akan disimulasikan. Dengan bantuan simulasi penerapan metode akan lebih mudah jika dibandingkan dengan penerapan langsung di lapangan. Simulasi akan menunjukkan seberapa baik kinerja perusahaan apabila menerapkan metode yang digunakan tersebut.

#### **3.6.2.1 Menentukan tujuan**

Langkah ini merupakan yang pertama dan bagian yang paling penting dari beberapa perancangan simulasi. Beberapa tujuan dari simulasi adalah untuk membuat keputusan perusahaan yang lebih baik.

#### **3.6.2.2 Merincikan ruang lingkup dari model**

Cakupan dari model simulasi berkanaan dengan di mana awal dan akhir dari model tersebut.

#### **3.6.2.3 Pengolahan data untuk simulasi witness**

Perhitungan waktu baku ini dilakukan untuk mendapatkan waktu baku yang sebenarnya dari tiap-tiap kegiatan produksi yang dilakukan. Waktu baku akan digunakan sebagai salah satu *input* untuk simulasi baik pada mesin maupun pada pekerja.

#### **3.6.2.4 Menyusun model**

Langkah akhir yang terpenting sebelum membangun model simulasi adalah dengan menyusunnya. Ini akan diidentifikasi area yang paling sulit untuk membangun model dan penambahan data yang diperlukan seperti waktu perpindahan elemen di antara proses.

#### **3.6.2.5 Membangun model**

Dalam langkah ini akan dibangun elemen-elemen (menetapkan, menampilkan dan merincikannya), kemudian menyambungkannya bersamaan dengan perintah.

#### **3.6.2.6 Menjalankan Model**

Setelah menetapkan, menampilkan dan merincikan elemen-elemen dari model tersebut anda dapat menjalankannya dengan segera. Kemudian memodifikasinya dengan menambahkan, mengganti atau menghapus beberapa elemen.

#### **3.6.2.7 Generating Report**

Setelah membangun dan menjalankan model, laporan hasil dari Witness dapat digunakan untuk membantu dalam memilih beberapa alternatif skenario.

### **3.7 Analisa**

Setelah didapat hasil pengolahan data kemudian data tersebut dianalisa untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang ditimbulkan. Untuk mengetahui permasalahan utama yang terjadi pada tata letak pada lantai produksi palet.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Setelah data diolah dan dianalisa, langkah selanjutnya yaitu menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa tersebut. Kesimpulan ini merupakan jawaban dari tujuan penelitian, apabila semua tujuan penelitian sudah terjawab pada kesimpulan, berarti penelitian ini sudah benar. Setelah membuat

kesimpulan, kemudian dibuat saran-saran yang bertujuan sebagai masukan kepada pihak perusahaan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

##### **4.1.1 Profil Perusahaan**

PT. Alam Permata Riau didirikan pada tanggal 08 November Tahun 2004 dengan akte notaris/PPAT yang bergerak di bidang *wood packaging*. Pada awal bisnisnya PT. Alam Permata Riau hanya bergerak sebagai *supplier* palet, namun seiring dengan perkembangan dan permintaan pasar, maka PT. Alam Permata Riau mengembangkan usahanya menjadi produsen palet yang berkantor pusat dan *workshop* di Jalan Keramat Sakti Kubang Jaya Nomor 48 Siak Hulu Kabupaten Kampar Riau, Tel : 0761-7876 206, email : [aprpt@yahoo.com](mailto:aprpt@yahoo.com)

##### **4.1.2 Jumlah Hari Kerja**

Jumlah hari kerja pada PT. Alam Permata Riau dilaksanakan dalam 6 hari kerja, yaitu hari Senin sampai hari Sabtu, produksi dimulai dari jam 08.00 s/d 17.00 WIB.

##### **4.1.3 Dimensi Bahan Dasar**

Bahan dasar untuk proses pembuatan palet berasal dari kayu baik itu berupa papan kayu dan kayu bruti. Adapun ukuran dimensi material kayu sebagai berikut :

##### **1. Papan kayu**

Papan kayu digunakan sebagai dasar atau daun dari palet yang berfungsi untuk tempat diletakkannya suatu produk agar produk tersebut dapat dengan mudah dipindah-pindahkan serta menghindari kerusakan apabila produk tersebut berinteraksi langsung dengan permukaan lantai. Bentuk dan dimensi dari papan kayu yang digunakan dalam proses pembuatan palet ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Papan kayu

Panjang	= 200 cm
Lebar	= 10 cm
Tebal	= 3 cm

## 2. Kayu bruti

Kayu bruti digunakan sebagai kaki atau tatakan yang berfungsi sebagai penopang serta memberikan ruang untuk memudahkan dalam aktifitas memindahkan suatu produk. Bentuk dan dimensi dari kayu bruti dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kayu bruti

Panjang	= 200 cm
Lebar	= 6 cm
Tebal	= 7 cm

#### **4.1.4 Proses Produksi**

Proses pembuatan palet memiliki tahapan-tahapan proses yang harus dilakukan. Adapun urutan proses produksi palet adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan papan kayu sesuai dengan ukuran.

Proses pemotongan papan kayu dimulai dengan menempatkan 3 lembar papan kayu pada mesin pemotong. Setelah itu kayu diukur sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan. Potongan kayu tersebut lalu diletakkan pada area penumpukan sebelum dilakukan proses berikutnya.

2. Pengetaman sisi-sisi papan kayu.

Pengetaman sisi-sisi dari papan kayu tersebut gunanya adalah untuk membuang kotoran serta kulit kayu yang terdapat di permukaan papan sehingga permukaan jadi lebih halus.

3. Pembuatan daun palet.

Pada proses ini potongan-potongan papan kayu disusun berjajar dengan formasi 3 lembar diletakkan di bawah sebagai dasar dan 6 lembar di letakkan di atasnya sebagai daun palet kemudian disatukan dengan cara dipaku.

4. Pemotongan kayu bruti.

Pemotongan kayu bruti menjadi ukuran yang lebih kecil berguna sebagai kaki dari palet tersebut.

5. Pembuatan kaki palet.

Tiap-tiap palet memiliki 3 buah kaki yangmana setiap kaki palet terdiri dari 3 buah potongan bruti yang dipakukan pada sebuah papan.

6. Penyatuan daun palet dengan kaki palet.

Satu unit palet terdiri dari 1 buah daun palet dan 3 buah kaki palet. Penyatuan daun palet dengan kaki palet dilakukan dengan cara menyusun daun palet diatas kaki palet sesuai dengan posisi yang telah ditentukan yaitu 2 kaki di ujung-ujung daun dan 1 ditengah daun palet, kemudian menembakkan paku pada tiap-tiap kaki dengan mesin kompresor penembak paku.

7. Pemanasan menggunakan oven.  
Untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada palet dilakukan dua tahapan pengurangan kadar air yaitu dengan mesin oven dan dengan menggunakan mesin *clean and dry*. Pemanasan menggunakan mesin oven dilakukan untuk mengurangi kadar air pada palet sekitar 10-15%.
8. *Threatment* anti hama.  
*Threatmen* anti hama dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan anti-hama pada seluruh permukaan palet yang bertujuan untuk memusnahkan segala hama yang terdapat pada palet tersebut, sehingga palet dapat bertahan lama.
9. Pengeringan palet menggunakan mesin *clean dry*.  
Pengeringan palet pada tahapan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air yang masih terkandung dalam palet. Pengeringan menggunakan mesin *clean and dry* ini dapat mengurangi kadar air sebesar 20-35% yang menjadi standar impor.
10. Inspeksi (*Quality Control*).  
*Quality control* dilakukan untuk mengetahui apakah palet-palet tersebut telah memenuhi standar kualifikasi impor. Palet-palet yang telah lulus inspeksi kemudian diberikan tanda lulus uji *QC* sedangkan yang tidak lulus inspeksi akan dikembalikan pada stasiun perbaikan.

#### 4.1.5 Gambar Produk.



Gambar 4.3 Bahan Jadi Palet (Sumber : PT. Alam Permata Riau, 2013)

#### 4.1.6 *Material Handling*

Proses produksi yang terjadi dalam pembuatan palet ini sudah tergolong tinggi. Oleh karena itu, dalam pemindahan material dilakukan secara semi otomatis yaitu dengan menggunakan *forklift*, sehingga *material handling* dikendalikan oleh manusia-mesin.



Gambar 4.4 *Forklift* (Sumber : PT. Alam Permata Riau, 2013)

*Forklift* digunakan saat memindahkan daun palet menuju stasiun perakitan dengan frekuensi perpindahan sebanyak 12 kali per harinya. Kemudian digunakan pada saat memindahkan palet basah menuju oven kemudian memindahkan palet yang sudah kering menuju stasiun *threatment*. Frekuensi perpindahan menggunakan *forklift* menuju oven sama dengan frekuensi pemindahan palet kering menuju stasiun *treatment* yaitu sebanyak 13 kali per 2 harinya. Dilanjutkan dengan memindahkan palet dari stasiun *threatment* menuju stasiun *Clean dry* dengan frekuensi 26 kali tiap minggunya. Terakhir memindahkan palet jadi dari stasiun *Clean dry* menuju gudang. Rekapitulasi dari



aktivitas *material handling* yang dilakukan *forklift* per minggunya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Aktivitas *material handling*

Perpindahan antar stasiun (Dari – Ke)	Alat bantu	Frekuensi (per minggu)	Jarak (m)
St. Daun palet – St. Perakitan	<i>Forklift</i>	72	22
St. Perakitan – St. Oven	<i>Forklift</i>	39	11
St. Oven – St. <i>Threatment</i>	<i>Forklift</i>	39	29
St. <i>Threatment</i> – St. <i>Clean and dry</i>	<i>Forklift</i>	26	14
St. <i>Clean and dry</i> – Gudang	<i>Forklift</i>	26	21

#### 4.1.7 Biaya Operasional *Material Handling*

Alat pemindahan bahan yang digunakan oleh perusahaan antar stasiun kerja yang ada adalah *forklift*. Adapun yang termasuk ke dalam biaya operasional dari *forklift* tersebut adalah biaya bahan bakar, biaya servis dan biaya penggantian ban. Servis dan penggantian ban hanya dilakukan 3 bulan sekali. Total biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan per 3 bulannya adalah sejumlah Rp. 4.969.000 ,- yang dapat dilihat pada Lampiran B.

#### 4.1.8 Peta Proses Operasi (OPC)

Peta proses operasi merupakan langkah-langkah secara kronologis dari semua operasi inspeksi, waktu longgar dan bahan baku yang digunakan dalam proses *manufacturing* (mulai dari datangnya bahan baku sampai pada proses pengemasan). Pada proses pembuatan palet ini terdapat 9 aktivitas operasi dan 1 aktivitas inspeksi. Untuk menunjukkan urutan proses produksi palet pada Gambar 4.5 Peta Proses Operasi sebagai berikut.

**PETA PROSES OPERASI**

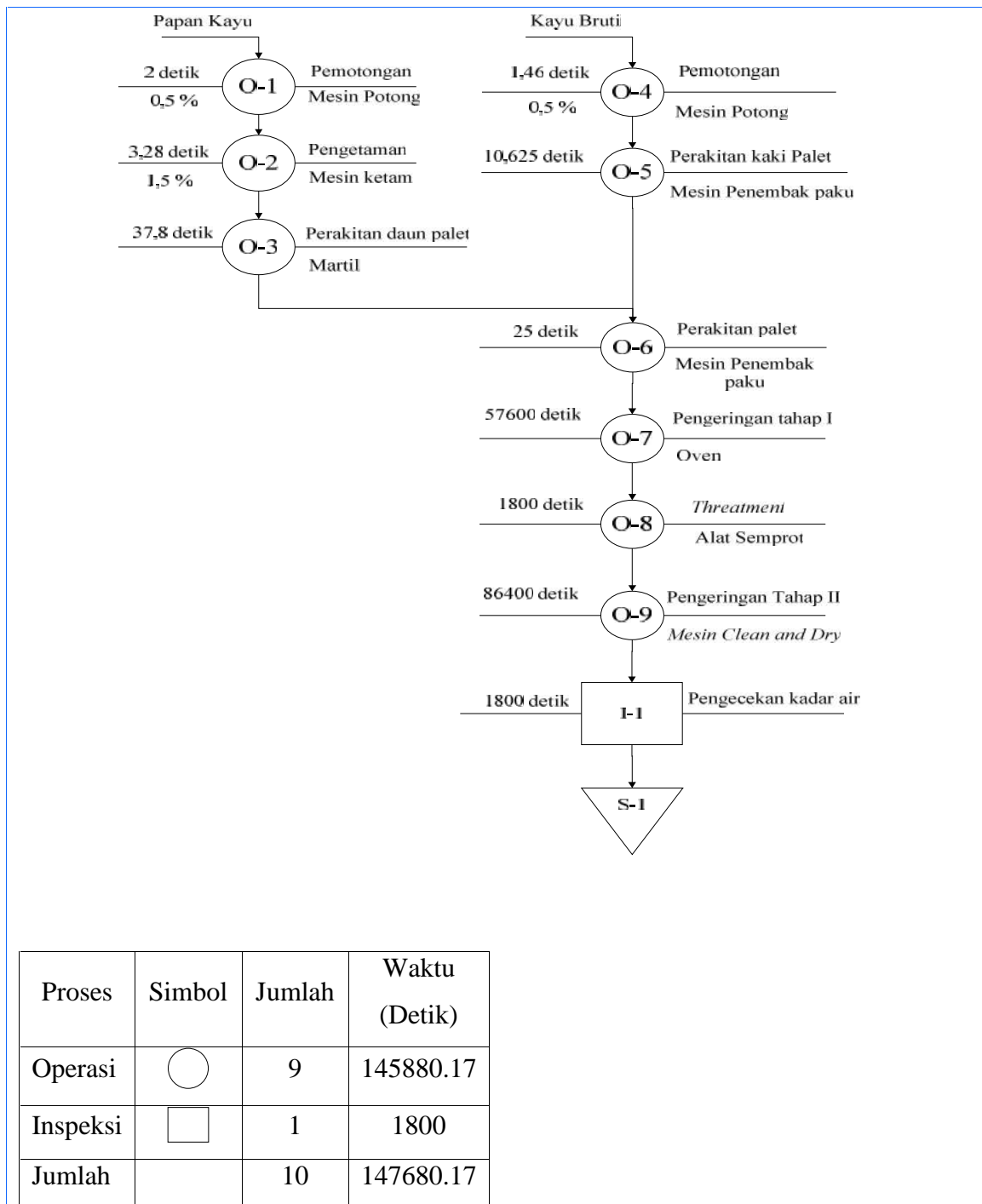
**Nama Produk : Palet kayu**

**Dipetakan Oleh : M. Isnaini**

**Hadiyul Umam**

**Tanggal : 20 April 2013**

**Nomor Peta : 1**



Gambar 4.5 Peta Proses Operasi Palet. (Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.1.9 Routing Sheet

*Routing sheet* merupakan sebuah tabel yang berisikan tabel-tabel komponen dan uraian operasi yang dilalui oleh bahan secara terperinci urutan operasinya. Terdapat juga tabel tipe mesin, % *scrap*, alat bantu, *work center*,

waktu proses dan levelnya. Disini lebih jelas menguraikan apa saja yang dialami oleh bahan tersebut dan dapat melihat alat-alat bantu apa saja yang digunakan dalam proses serta dapat melihat berapa lama waktu proses operasinya. Terlihat juga berapa sisa komponen untuk proses pengerjaan operasi ini.

Tabel 4.2 *Routing Sheet*

<b><i>PRODUCTION ROUTING</i></b>				
Nama Benda Kerja : Palet Nomor Gambar : 1 Jenis Material : Kayu				
No.Operasi Kerja	Operasi Kerja	Mesin yang Digunakan	Tools/Alat Bantu	Waktu Siklus (detik)
01	Pemotongan kayu untuk daun palet	Mesin potong	-	2
02	Pengetaman	Mesin ketam	-	3,28
03	Pembuatan daun palet	-	Martil	37,8
04	Pemotongan kayu untuk kaki palet	Mesin potong	-	1,46
05	Perakitan kaki palet	Mesin penembak paku	-	10,625
06	Penyatuan daun dengan kaki palet	Mesin penembak paku	-	25
07	Pengeringan tahap I (10-15%)	Oven	-	57600
08	<i>Threatment</i>	-	Alat semprot	1800
09	Pengeringan tahap II (20-35%)	Mesin <i>Clean dry</i>	-	86400

				145880,17
--	--	--	--	-----------

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.1.10 Penentuan Jadwal Pengamatan

Penentuan jadwal pengamatan ini bertujuan untuk menetapkan waktu pengamatan untuk mengetahui kegiatan apa saja yang dilakukan oleh operator selama waktu kerja. Pengamatan dilakukan mulai dari pukul 07.00 – 12.00 WIB kemudian pukul 13.00 - 17.00 WIB. Waktu interval pengamatan ditetapkan selama 10 menit.

Interval waktu pengamatan selama 10 menit, banyaknya bilangan acak yang diperlukan untuk penjadwalan pengamatan selama waktu kerja dapat dilihat dari perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Banyaknya populasi pengamatan} &= \frac{\text{Total waktu kerja} \times 60 \text{ menit}}{\Delta t} \\
 &= \frac{8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{10 \text{ menit}} \\
 &= 48 \text{ bilangan acak}
 \end{aligned}$$

Jadi, untuk satu hari kerja (8 jam) mempunyai 48 satuan waktu. Hal ini berarti jumlah pengamatan yang dilakukan tidak lebih dari 48 kali per harinya. Hasil penyusunan jadwal waktu pengamatan terpilih berdasarkan bilangan acak pada interval waktu 10 menit dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu Pengamatan Terpilih Hari Pertama

No	Bilangan acak	Waktu Pengamatan	No	Bilangan acak	Waktu Pengamatan
1	1	08.00	13	27	13.20
2	4	08.30	14	29	13.40
3	7	09.00	15	30	11.50
4	10	09.30	16	31	14.00
5	11	09.40	17	34	14.30
6	15	10.20	18	35	14.40

7	17	10.40	19	38	15.10
8	20	11.10	20	40	15.30
9	21	11.20	21	42	16.00
10	22	11.30	22	44	16.20
11	24	11.50	23	46	16.40
12	26	13.10	24	47	16.50

#### **4.1.11 Penentuan *Rating Factor***

Metode yang digunakan dalam penentuan *rating factor* pada penelitian ini adalah metode *Westinghouse* yangmana mengarahkan penelitian ini pada empat faktor yang dianggap dapat menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja. Keempat faktor tersebut meliputi keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Setiap faktor memiliki kelas-kelas dengan nilai-nilai yang berbeda. Penentuan *rating factor* sesuai dengan metode *westinghouse* untuk masing-masing operator pada tiap-tiap stasiun kerja didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan berikut :

##### **4.1.11.1 Penentuan *Rating Factor* pada Stasiun Daun Palet**

#### **1.a Operator Pemotongan Papan**

##### **a. Keterampilan**

Keterampilan yang dimiliki operator ini dapat digolongkan ke dalam kelas *excellent* (B1) dengan nilai penyesuaian + 0.11. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan sangat cekatan, tampak sangat terlatih dan berpengalaman sehingga tidak terlihat adanya keragu-raguannya dalam melakukan tugasnya tersebut.

##### **b. Usaha**

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Good Effortt* (C1) dengan nilai penyesuaian +0.05 karena tampak berkerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik.

##### **c. Kondisi kerja**

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *fair* (E) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang

berada pada ruang yang sempit dan gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya.

d. Konsistensi

Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01 hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.4 *Rating factor* Operator Pemotongan papan

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Excelent</i> (B1)	+0.11
2	Usaha : <i>Good effort</i> (C1)	+0.05
3	Kondisi kerja : <i>Fair</i> (E)	-0.03
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.14

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

## 1.b Operator Pengetaman Papan

a. Keterampilan

Keterampilan yang dimiliki operator ini dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan tampak terlatih dalam melakukan tugasnya.

b. Usaha

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Good Effortt* (C1) dengan nilai penyesuaian +0.05 karena tampak berkerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik.

c. Kondisi kerja

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *fair* (E) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit dan gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya.

d. Konsistensi

Konsistensi dari operator 1 ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01. hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.5 *Rating factor* Operator Pengetaman papan

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Average</i> (D)	0.00
2	Usaha : <i>Good effort</i> (C1)	+0.05
3	Kondisi kerja : <i>Fair</i> (E)	-0.03
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.09

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

**1.c Operator Pembuatan Daun Palet**

a. Keterampilan

Keterampilan yang dimiliki operator ini dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan tampak terlatih dalam melakukan tugasnya.

b. Usaha

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Good Effortt* (C1) dengan nilai penyesuaian +0.05 karena tampak berkerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik.

c. Kondisi kerja

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *fair* (E) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit dan gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya.

d. Konsistensi



Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01. hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.6 *Rating factor* Operator Pembuatan Daun Palet

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Average</i> (D)	0.00
2	Usaha : <i>Good effort</i> (C1)	+0.05
3	Kondisi kerja : <i>Fair</i> (E)	-0.03
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.09

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.1.11.2 Penentuan *Rating Factor* pada Stasiun Perakitan

##### 2.a Operator pemotongan bruti

###### a. Keterampilan

Keterampilan yang dimiliki operator ini dapat digolongkan ke dalam kelas *excellent* (B1) dengan nilai penyesuaian + 0.11. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan sangat cekatan, tampak sangat terlatih dan berpengalaman sehingga tidak terlihat adanya keragu-raguannya dalam melakukan tugasnya tersebut.

###### b. Usaha

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Good Effortt* (C1) dengan nilai penyesuaian +0.05 karena tampak berkerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik.

###### c. Kondisi kerja

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *fair* (E) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit dan gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya.

d. Konsistensi

Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01. hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.7 *Rating factor* Operator Pemotongan Bruti

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Excelent</i> (B1)	+0.11
2	Usaha : <i>Good effort</i> (C1)	+0.05
3	Kondisi kerja : <i>Fair</i> (E)	-0.03
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.14

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

## 2.b Operator Pembuatan Kaki Palet

a. Keterampilan

Keterampilan yang dimiliki operator 3 ini dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan tampak terlatih dalam melakukan tugasnya.

b. Usaha

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Average Effort* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00 karena tampak berkerja dengan stabil.

c. Kondisi kerja

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang cukup bagus adapun terdapat bau-bau yang tidak sedap serta gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya dirasa tidak terlalu mengganggu operator dalam melakukan tugasnya.

d. Konsistensi

Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01. hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.8 *Rating factor* Operator Pembuatan Kaki Palet

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Average</i> (D)	0.00
2	Usaha : <i>Average Effort</i> (D)	0.00
3	Kondisi kerja : <i>Average</i> (D)	0.00
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.01

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

## 2.c Operator Perakitan Palet

a. Keterampilan

Keterampilan yang dimiliki operator ini dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00. Hal ini dikarenakan operator dapat melakukan tugasnya dengan tampak terlatih dalam melakukan tugasnya.

b. Usaha

Untuk faktor usaha, operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Average Effort* (D) dengan nilai penyesuaian 0.00 karena tampak berkerja dengan stabil.

c. Kondisi kerja

Kondisi kerja yang dirasakan oleh operator dapat digolongkan ke dalam kelas *Average* (D) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang cukup bagus adapun terdapat bau-bau yang tidak sedap serta gangguan dari suara-suara yang dihasilkan oleh mesin-mesin produksi lainnya dirasa tidak terlalu mengganggu operator dalam melakukan tugasnya.

d. Konsistensi

Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan *Good* (C) dengan nilai penyesuaian + 0.01. hal ini dikarenakan pekerja dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

Tabel 4.9 *Rating factor* Operator Perakitan Palet

No	<i>Rating factor</i>	Nilai Penyesuaian
1	Keterampilan : <i>Average</i> (D)	0.00
2	Usaha : <i>Average Effort</i> (D)	0.00
3	Kondisi kerja : <i>Average</i> (D)	0.00
4	Konsistensi : <i>Good</i> (C)	+0.01
TOTAL		+0.01

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.1.12 Penentuan Kelonggaran (*allowance*)

Kelonggaran yang diberikan kepada tenaga kerja diantaranya adalah kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan *fatigue* serta hambatan-

hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Faktor-faktor *allowance* yang diberikan kepada operator dalam menyelesaikan tugasnya adalah sebagai berikut :

#### **4.1.12.1 Penentuan Kelonggaran Operator Pemotongan Papan, Pengetaman dan Pemotongan Bruti**

Tabel 4.10 Penentuan Kelonggaran Operator Pemotongan papan, Pengetaman, dan Pemotongan Bruti

Faktor	Keterangan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	6 %
Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2,5%
Gerakan kerja	Normal	0 %
Kelelahan mata	Pandangan hampir terus-menerus	7 %
Temperatur udara	Normal	5 %
Keadaan atsmosfir	Baik	0 %
Keadaan lingkungan	Sangat bising	5 %
Jumlah		25,5 %

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### **4.1.12.2 Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Daun Palet**

Tabel 4.11 Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Daun Palet

Faktor	Keterangan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	12 %
Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2,5%
Gerakan kerja	Normal	0 %
Kelelahan mata	Pandangan teputus-putus	6 %
Temperatur udara	Normal	5 %
Keadaan atsmosfir	Baik	0 %
Keadaan lingkungan	Sangat bising	5 %
Jumlah		30,5 %

#### **4.1.12.3 Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Kaki Palet**

Tabel 4.12 Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Kaki Palet

Faktor	Keterangan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	12 %
Sikap kerja	Duduk	1 %
Gerakan kerja	Normal	0 %
Kelelahan mata	Pandangan teputus-putus	6 %
Temperatur udara	Normal	5 %
Keadaan atsmosfir	Baik	0 %
Keadaan lingkungan	Sangat bising	5 %
Jumlah		29 %

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.1.12.4 Penentuan Kelonggaran Operator Perakitan Palet

Tabel 4.13 Penentuan Kelonggaran Operator Perakitan Palet

Faktor	Keterangan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	12 %
Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2,5 %
Gerakan kerja	Normal	0 %
Kelelahan mata	Pandangan teputus-putus	6 %
Temperatur udara	Normal	5 %
Keadaan atsmosfir	Baik	0 %
Keadaan lingkungan	Sangat bising	5 %
Jumlah		30,5 %

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

## 4.2 Pengolahan Data

#### 4.2.1 Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja

Jarak lintasan antar stasiun kerja yang ada diukur secara *rectilinear* dari *centroid* ke *centroid* lainnya, sehingga didapat jarak antar stasiun sebagai berikut:

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja (meter)

Dari Ke	Stasiun Daun Palet (1)	Stasiun Perakitan (2)	Oven (3)	Stasiun <i>Threatment</i> (4)	Stasiun <i>Clean and dry</i> (5)	Gudang (6)
Stasiun Daun Palet (1)		22	13	17	28	25
Stasiun Perakitan (2)	22		11	18	16	31
Oven (3)	13	11		25	27	42
Stasiun <i>Threatment</i> (4)	17	18	25		14	11
Stasiun <i>Clean and dry</i> (5)	28	16	27	14		21
Gudang (6)	25	31	42	11	21	

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Tabel 4.15 Frekuensi Perpindahan Antar Stasiun Kerja

Dari Ke	Stasiun Daun Palet (1)	Stasiun Perakitan (2)	Oven (3)	Stasiun <i>Threatment</i> (4)	Stasiun <i>Clean and dry</i> (5)	Gudang (6)
Stasiun Daun Palet (1)		72	-	-	-	-
Stasiun Perakitan (2)	-		39	-	-	-
Oven (3)	-	-		39	-	-
Stasiun <i>Threatment</i> (4)	-	-	-		26	-
Stasiun <i>Clean and dry</i> (5)	-	-	-	-		26
Gudang (6)	-	-	-	-	-	

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Urutan awal fasilitas adalah 1 – 2 – 3 – 4 – 5 - 6, maka total jaraknya adalah 4054 meter yang diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.16 Total Jarak Urutan Awal

Perpindahan bahan antar stasiun (dari - ke)	Frekuensi per minggu	Jarak (meter)	Total (meter)
1 – 2	72	22	1584
2 – 3	39	11	429
3 – 4	39	29	1131



4 – 5	26	14	364
5 – 6	26	21	546
Total Jarak (meter)			4054

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Berdasarkan urutan awal (1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6), dilakukan pertukaran berpasangan dan menghitung jarak perpindahan masing-masing alternatif. Perhitungan metode *Pairwise Exchange* dapat dilihat pada lampiran D.

Dari iterasi-1 didapatkan total jarak perpindahan terkecil adalah 2 – 3 – 1 – 4 – 6 – 5, yaitu 2764 meter. Berdasarkan urutan 2 – 3 – 1 – 4 – 6 – 5 total jarak perpindahan bahannya lebih kecil dari pada total jarak urutan awal, maka dilakukan pertukaran berpasangan untuk iterasi – 2.

Total jarak perpindahan terkecil pada iterasi – 2 ini adalah 1 – 3 – 2 – 5 – 6 – 4, yaitu 2821 m. Berdasarkan urutan 1 – 3 – 2 – 5 – 6 – 4 total jarak perpindahan bahannya tidak lebih kecil dari pada total jarak urutan dari hasil iterasi sebelumnya sehingga pertukaran berpasangan dihentikan. Diperoleh urutan terbaik yaitu 2 – 3 – 1 – 4 – 6 – 5 dengan total jarak 2764 meter.

#### 4.2.2 Perhitungan biaya *Material Handling*

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk operasional *forklift* meliputi servis dan perawatan, biaya penggantian ban dan bensin. Untuk servis dan pergantian ban dilakukan selama 3 bulan sekali. Untuk mengetahui besarnya biaya *material handling* yang dikeluarkan per meternya dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata biaya operasional per bulan} &= \frac{\text{Biaya Bulan ke -1} + \text{Bulan ke-2} + \text{Bulan ke-3}}{3} \\
 &= \frac{1.932.000,- + 1.367.000,- + 1.670.000,-}{3} \\
 &= \frac{4.969.000,-}{3} = \text{Rp. 1.656.333,-/ bulan}
 \end{aligned}$$

Karena frekuensi pengamatan dilakukan dalam interval 1 minggu maka biaya operasionalnya juga harus dalam satuan minggu. Untuk itu biaya

operasional rata-rata per bulannya perlu dibagi dengan jumlah minggu dalam sebulannya yaitu 4 minggu/bulan.

$$\begin{aligned}\text{Biaya operasional rata-rata per minggu} &= \frac{\text{Biaya operasional rata-rata per bulan}}{4} \\ &= \frac{1.656.333,-}{4} \\ &= 414.083,25 \text{ ,-/ minggu}\end{aligned}$$

Setelah didapatkan biaya operasional rata-rata per minggunya maka akan dapat ditentukan berapa biaya untuk *material handling* per meternya pada tiap-tiap perpindahan yang dilakukan dengan cara membagikan biaya operasional per minggunya dengan total jarak perpindahan yang dilakukan pada stasiun tersebut. Rekapitulasi perhitungan biaya perpindahan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Biaya *material handling* dari stasiun 1 menuju stasiun 2

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Biaya operasional rata-rata per minggu}}{\text{Total jarak per minggu}} \\ &= \frac{414.083,25 \text{ , -}}{1584 \text{ meter}} \\ &= \text{Rp. } 261,4 \text{ ,-/ meter}\end{aligned}$$

Tabel 4.17 Rekapitulasi Biaya *Material Handling*

Perpindahan bahan antar stasiun (dari - ke)	Total jarak per minggu (meter)	Biaya operasional rata-rata per minggu (Rp)	Biaya <i>material handling</i> per meter (Rp/m)
1 – 2	1584	414.083,25	261,4
2 – 3	429	414.083,25	965,2
3 – 4	1131	414.083,25	366,12
4 – 5	364	414.083,25	1137,59
5 – 6	546	414.083,25	758,39

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Setelah biaya *material handling* per meternya diketahui, maka akan dapat ditentukan seberapa besar biaya *material handling* yang ada pada *layout* awal

maupun *layout* usulan yang sebagaimana disajikan pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.18 Biaya *Material Handling Layout* Awal

Perpindahan bahan antar stasiun (dari - ke)	Jarak (meter)	Biaya <i>material handling</i> per meter (Rp/m)	Total
1 – 2	22	261,4	5750,8
2 – 3	11	965,2	10617,2
3 – 4	29	366,12	10617,48
4 – 5	14	1137,59	15926,26
5 – 6	21	758,39	15947,19
Total			58858,93

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Tabel 4.19 Biaya *Material Handling Layout* Usulan

Perpindahan bahan antar stasiun (dari - ke)	Jarak (meter)	Biaya <i>material handling</i> per meter (Rp/m)	Total
2 – 3	11	261,4	2875,4
3 – 1	13	965,2	12547,6
1 – 4	17	366,12	6224,04
4 – 6	11	1137,59	12513,49
6 – 5	21	758,39	15947,19
Total			50107,72

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Terlihat bahwa biaya *material handling layout* usulan ternyata lebih kecil dari biaya *material handling layout* awal ( $50107,72 < 58858,93$ ). Atau dapat dikatakan layout usulan dapat menghemat Rp. 8751,21,- / tiap kali siklus perpindahan yang dilakukan.

### 4.2.3 Perhitungan Waktu Baku

#### 4.2.3.1 Perhitungan Persen Produktif Operator

Perhitungan persen produktif operator dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase produktivitas operator tersebut dan besar persentase aktivitas tidak bekerjanya (*idle*). Persentase produktif dapat diukur dengan cara menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{jumlah pengamatan} - \text{aktivitas nonproduktif (idle)}}{\text{jumlah pengamatan}} \times 100\%$$

Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil Pengamatan Sampling Kerja Operator Stasiun  
Pembuatan Daun Palet

Operator	Aktivitas		jumlah	P	%P
	Produktif	Non-produktif			
Pemotongan papan	615	5	620	0,99	99%
Pengetaman	578	8	586	0,98	98%
Pembuatan daun palet	287	10	297	0,96	96%

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Tabel 4.21 Rekapitulasi Hasil Pengamatan Sampling Kerja Operator Stasiun  
Perakitan

Operator	Aktivitas		jumlah	P	%P
	Produktif	Non-produktif			
Pemotongan bruti	1378	7	1385	0,99	99%
Pembuatan kaki	177	8	185	0,95	95%
Perakitan Palet	135	10	145	0,93	93%

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.2.3.2 Uji Kecukupan Data

Dari hasil pengukuran pendahuluan pada hari pertama maka didapat :

##### 4.2.3.2.1 Uji Kecukupan Data Operator pemotongan papan dengan produktifitas 0,99

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{K^2 (1-p)}{S^2 p}$$

$N'$  = Data yang dibutuhkan

$N$  = Data yang telah diukur

$K$  = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan yang diambil. Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga  $k$  adalah 2

$S$  = Tingkat ketelitian yang diinginkan dan dinyatakan dalam desimal

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600 \cdot 1-0,99}{0,99} = 16,16$$

Karena  $N' < N$  ( $16,16 < 620$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **4.2.3.2.2 Uji Kecukupan Data Operator pengetaman dengan produktifitas 0,98**

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{k^2 (1-p)}{S^2 p}$$

$N'$  = Data yang dibutuhkan

$N$  = Data yang telah diukur

$K$  = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan yang diambil. Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga  $k$  adalah 2

$S$  = Tingkat ketelitian yang diinginkan dan dinyatakan dalam desimal.

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600 \cdot 1-0,98}{0,98} = 32,6$$

$N'$  = data yang dibutuhkan

$N$  = data yang telah diukur

$N$  = 586

Karena  $N' < N$  ( $32,6 < 586$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### 4.2.3.2.3 Uji Kecukupan Operator pembuatan daun palet dengan produktifitas 0,96

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{k^2 (1-p)}{S^2 p}$$

$N'$  = Data yang dibutuhkan

$N$  = Data yang telah diukur

$K$  = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan yang diambil. Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga  $k$  adalah 2

$S$  = Tingkat ketelitian yang diinginkan dan dinyatakan dalam desimal.

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-0,96)}{0,96} = 66,67$$

$N'$  = data yang dibutuhkan

$N$  = data yang telah diukur

$$N = 297$$

Karena  $N' < N$  ( $66,67 < 297$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **4.2.3.2.4 Uji Kecukupan Operator pemotongan bruti dengan produktifitas 0,99**

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{k^2 (1-p)}{S^2p}$$

$N'$  = Data yang dibutuhkan

$N$  = Data yang telah diukur

$K$  = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan yang diambil. Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga  $k$  adalah 2

$S$  = Tingkat ketelitian yang diinginkan dan dinyatakan dalam desimal.

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-0,99)}{0,99} = 16,16$$

$N'$  = data yang dibutuhkan

$N$  = data yang telah diukur

$N = 1385$

Karena  $N' < N$  ( $16,16 < 1385$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **4.2.3.2.5 Uji Kecukupan Operator pembuatan kaki palet dengan produktifitas 0,95**

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{k^2 (1-p)}{S^2p}$$

$N'$  = Data yang dibutuhkan

$N$  = Data yang telah diukur

$K$  = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan yang diambil. Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga  $k$  adalah 2

$S$  = Tingkat ketelitian yang diinginkan dan dinyatakan dalam desimal.

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-0,95)}{0,95} = 84,21$$

$N'$  = data yang dibutuhkan

$N$  = data yang telah diukur

$N$  = 185

Karena  $N' < N$  ( $84,21 < 185$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### 4.2.3.2.6 Uji Kecukupan Operator perakitan dengan produktifitas 0,93

Jumlah pengamatan untuk tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95% diketahui melalui rumus:

$$N' = \frac{k^2 (1-p)}{S^2 p}$$

$$N' = \frac{2^2 (1-p)}{0,05^2 p}$$

$$N' = \frac{4}{0,0025} \frac{(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-p)}{p}$$

$$N' = \frac{1600(1-0,93)}{0,93} = 120,4$$

$N'$  = data yang dibutuhkan

$N$  = data yang telah diukur

$N$  = 145



Karena  $N' < N$  ( $120,4 < 145$ ) maka data yang diukur telah mencukupi. Berarti data telah cukup sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### 4.2.3.3 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan telah seragam atau belum. Keseragaman data ditandai dengan tidak adanya data yang berada diluar batas kendali (*out of control*). Uji keseragaman data dilakukan pada tingkat ketelitian 95% dan tingkat keyakinan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpangan maksimal sebesar 5% dan tingkat kepercayaan peneliti terhadap hasil pengukuran sebesar 95%. Persamaan yang digunakan dalam uji keseragaman data yaitu :

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

##### 4.2.3.3.1 Uji Keseragaman Data Operator Pemotongan Papan

Operator pemotongan papan dengan  $p = 0,99$ , maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BKA &= 0,99 + 2 \sqrt{\frac{0,99(1-0,99)}{620}} \\ &= 0,998 \\ BKB &= 0,99 - 2 \sqrt{\frac{0,99(1-0,99)}{620}} \\ &= 0,982 \end{aligned}$$

##### 4.2.3.3.2 Uji Keseragaman Data Operator Pengetaman Papan

Operator pengetaman papan dengan  $p = 0,986$  maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BKA &= 0,986 + 2 \sqrt{\frac{0,986(1-0,986)}{586}} \\ &= 0,996 \\ BKB &= 0,986 - 2 \sqrt{\frac{0,986(1-0,986)}{586}} \\ &= 0,976 \end{aligned}$$

##### 4.2.3.3.3 Uji Keseragaman Data Operator Pembuatan Daun Palet

Operator Pembuatan daun palet dengan  $p = 0,96$ , maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 0,96 + 2 \frac{\sqrt{0,96(1-0,96)}}{297} \\ &= 0,983 \\ \text{BKB} &= 0,96 - 2 \frac{\sqrt{0,96(1-0,96)}}{297} \\ &= 0,937 \end{aligned}$$

#### 4.2.3.3.4 Uji Keseragaman Data Operator Pemotongan Bruti

Operator Pemotongan bruti dengan  $p = 0,99$ , maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 0,99 + 2 \frac{\sqrt{0,99(1-0,99)}}{1385} \\ &= 0,995 \\ \text{BKB} &= 0,99 - 2 \frac{\sqrt{0,99(1-0,99)}}{1385} \\ &= 0,985 \end{aligned}$$

#### 4.2.3.3.5 Uji Keseragaman Data Operator Pembuatan Kaki Palet

Operator pembuatan kaki palet dengan  $p = 0,842$ , maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 0,842 + 2 \frac{\sqrt{0,842(1-0,842)}}{185} \\ &= 0,896 \\ \text{BKB} &= 0,842 - 2 \frac{\sqrt{0,842(1-0,842)}}{185} \\ &= 0,788 \end{aligned}$$

#### 4.2.3.3.6 Uji Keseragaman Data Operator Perakitan Palet

Operator perakitan palet dengan  $p = 0,93$ , maka batas kontrol atas dan batas kontrol bawahnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 0,93 + 2 \frac{\sqrt{0,93(1-0,93)}}{145} \\ &= 0,972 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= 0,93 + 2 \frac{0,93(1-0,93)}{145} \\
 &= 0,888
 \end{aligned}$$

Tabel 4.22 Rekapitulasi Hasil Uji Keseragaman

Operator	BKA	P	BKB
Pemotongan papan kayu	0,998	0,99	0,982
Pengetaman	0,996	0,986	0,976
Pembuatan daun palet	0,983	0,96	0,937
Pemotongan bruti	0,995	0,99	0,985
Pembuatan kaki palet	0,896	0,842	0,788
Perakitan	0,972	0,93	0,888

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

#### 4.2.3.3 Perhitungan Waktu Standar

Tujuan dari penghitungan waktu standar ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar waktu yang diperlukan operator pada masing-masing stasiun untuk melakukan tugas-tugasnya berdasarkan *rating factor* dan *allowance* yang dimiliki masing-masing operator tersebut.

Maka dapat dicari waktu standar tiap-tiap operator yaitu :

##### 4.2.3.4.1 Perhitungan waktu standar operator pemotongan papan

- a. Jumlah pengamatan = 620  
 Jumlah produktif = 615  
 Persentase produktif =  $\frac{615}{620} \times 100\% = 99\%$
  
- b. Jumlah menit pengamatan = 480 menit  
 Jumlah menit produktif =  $99\% \times 480 \text{ menit}$   
 = 475,2 menit

- c. Jumlah papan yang dipotong = 988 lembar
- d. Waktu Siklus  $= \frac{475,2}{988}$   
= 0,48 menit/3 lembar
- e. Waktu Normal (WN) = Waktu siklus x Penyesuaian  
= 0,48 x (1 + 0,14)  
= 0,54 menit
- f. Waktu Standar = WN + (*allowance* x WN)  
= 0,54 + (0,255 x 0,54)  
= 0,68 menit

#### 4.2.3.4.2 Perhitungan waktu standar operator pengetaman

- a. Jumlah pengamatan = 586  
Jumlah produktif = 578  
Persentase produktif  $= \frac{578}{586} \times 100\% = 98,6\%$
- b. Jumlah menit pengamatan = 480 menit  
Jumlah menit produktif = 98,6 % x 480 menit  
= 473,28 menit
- c. Jumlah papan yang diketam = 865 lembar
- d. Waktu diperlukan /2 lembar  $= \frac{473,28}{865}$   
= 0,547 menit/2buah
- e. Waktu Normal = Waktu siklus x Penyesuaian  
= 0,547 x (1 + 0,09)  
= 0,6 menit
- f. Waktu Standar = WN + (*allowance* x WN)  
= 0,6 + (0,255 x 0,6)  
= 0,75 menit

#### 4.2.3.4.3 Perhitungan waktu standar operator pembuatan daun palet

- a. Jumlah pengamatan = 297  
 Jumlah produktif = 287  
 Persentase produktif =  $\frac{287}{297} \times 100\% = 96\%$
- b. Jumlah menit pengamatan = 480 menit  
 Jumlah menit produktif =  $96\% \times 480 \text{ menit}$   
 = 460,8 menit
- c. Jumlah daun yang dibuat = 168 daun
- d. Waktu diperlukan / buah =  $\frac{460,8}{168}$   
 = 2,7 menit/buah
- e. Waktu Normal = Waktu siklus x Penyesuaian  
 =  $2,7 \times (1 + 0,09)$   
 = 2,9 menit
- f. Waktu Standar =  $WN + (allowance \times WN)$   
 =  $2,9 + (0,305 \times 2,9)$   
 = 3,78 menit

#### 4.2.3.4.4 Perhitungan waktu standar operator pemotongan bruti

- a. Jumlah pengamatan = 1385  
 Jumlah produktif = 1378  
 Persentase produktif =  $\frac{1378}{1386} \times 100\% = 99\%$
- b. Jumlah menit pengamatan = 480 menit  
 Jumlah menit produktif =  $99\% \times 480 \text{ menit}$   
 = 475,2 menit
- c. Jumlah yang dihasilkan = 1500
- d. Waktu diperlukan / buah =  $\frac{475,2}{1500}$

$$= 0,32 \text{ menit/buah}$$

e. Waktu Normal  $= \text{Waktu siklus} \times \text{Penyesuaian}$   
 $= 0,32 \times (1 + 0,14)$   
 $= 0,36 \text{ menit}$

f. Waktu Standar  $= \text{WN} + (\text{allowance} \times \text{WN})$   
 $= 0,36 + (0,255 \times 0,36)$   
 $= 0,45 \text{ menit}$

#### 4.2.3.4.5 Perhitungan waktu standar operator pembuatan kaki palet

a. Jumlah pengamatan  $= 185$   
 Jumlah produktif  $= 177$   
 Persentase produktif  $= \frac{177}{185} \times 100\% = 84,2\%$

b. Jumlah menit pengamatan  $= 480 \text{ menit}$   
 Jumlah menit produktif  $= 84,2\% \times 480 \text{ menit}$   
 $= 404,16 \text{ menit}$

c. Jumlah kaki yang dibuat  $= 476 \text{ kaki}$

d. Waktu diperlukan / buah  $= \frac{404,16}{476}$   
 $= 0,6 \text{ menit/buah}$

e. Waktu Normal  $= \text{Waktu siklus} \times \text{Penyesuaian}$   
 $= 0,6 \times (1 + 0,01)$   
 $= 0,606 \text{ menit}$

f. Waktu Standar  $= \text{WN} + (\text{allowance} \times \text{WN})$   
 $= 0,606 + (0,29 \times 0,606)$   
 $= 0,78 \text{ menit}$

#### 4.2.3.4.6 Perhitungan waktu standar operator perakitan palet

a. Jumlah pengamatan  $= 145$

- Jumlah produktif = 135
- Persentase produktif =  $\frac{135}{145} \times 100\% = 93\%$
- b. Jumlah menit pengamatan = 480 menit
- Jumlah menit produktif =  $93\% \times 480 \text{ menit}$   
= 446,4 menit
- c. Jumlah palet yang dibuat = 155 pcs
- d. Waktu diperlukan / buah =  $\frac{446,4}{155}$   
= 2,8 menit/buah
- e. Waktu Normal = Waktu siklus x Penyesuaian  
=  $2,9 \times (1 + 0,01)$   
= 2,93 menit
- f. Waktu Standar =  $WN + (allowance \times WN)$   
=  $2,93 + (0,305 \times 2,93)$   
= 3,82 menit

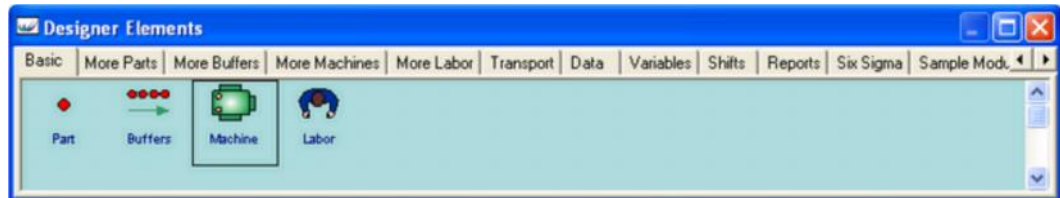
Tabel 4.23 Rekapitulasi waktu standar

Stasiun	Jenis Aktivitas	Waktu Standar (menit)
Stasiun Daun Palet	Pemotongan papan kayu	0,68
	Pengetaman	0,75
	Pembuatan daun palet	3,78
Stasiun Perakitan	Pemotongan bruti	0,45
	Pembuatan kaki palet	0,78
	Perakitan	3,82

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

### 4.3 Simulasi Witness

Setelah data-data input seperti waktu standar tiap stasiun kerja, jarak antar tiasp-tiap stasiun kerja, dan lama waktu produksi telah terkumpul maka simulasi witness dapat dilanjutkan dengan penyusunan model. Pada jendela *Design Element* akan muncul beberapa pilihan model sesuai dengan kebutuhan dari model yang ada diinginkan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Jendela *Design Element*

Berikut merupakan model-model yang dapat mewakili fasilitas-fasilitas yang ada pada PT. Alam Permata Riau :

Tabel 4.24 Penjelasan simbol-simbol model simulasi

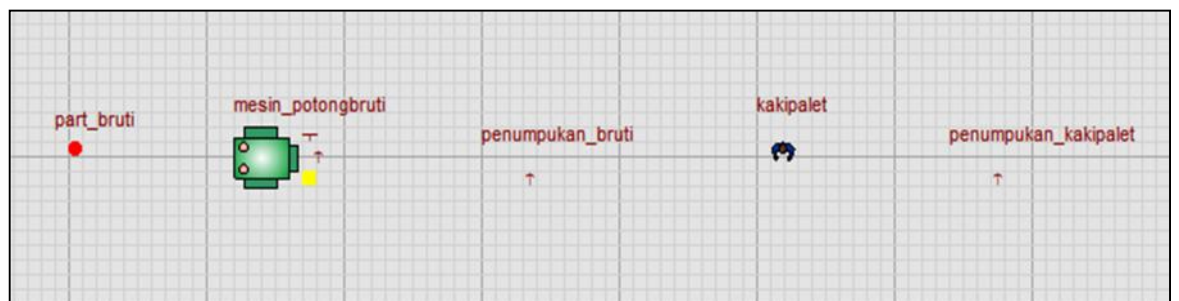
Model	Fasilitas	Jumlah (unit)	Keterangan
	Bahan baku	2	Bahan baku papan dan Bahan baku bruti
	Penumpukan	8	4 pada stasiun 1 3 pada stasiun 2 1 pada stasiun 4
	Mesin atau fasilitas	9	5 pada stasiun 1 2 pada stasiun 2 1 pada stasiun 3 1 pada stasiun 4
	Pekerja Manual	6	4 pada stasiun 1 2 pada stasiun 2

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)



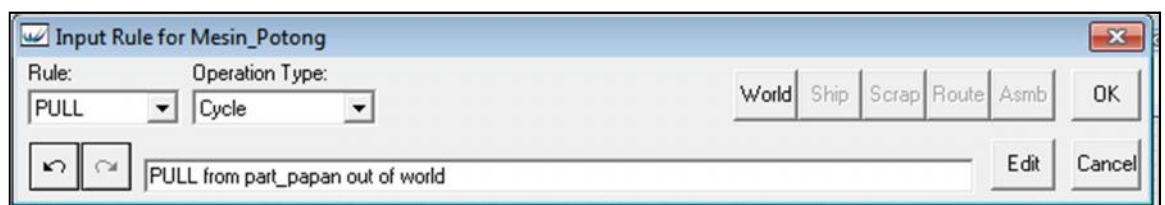


Gambar 4.7 Susunan Model Stasiun Kerja Pembuatan Daun Palet



Gambar 4.8 Susunan Model Stasiun Kerja Pembuatan Kaki Palet

Setelah model-model disusun berdasarkan sebagaimana aslinya maka langkah berikutnya adalah membangun model. Dalam langkah ini akan dibangun elemen-elemen (menetapkan, menampilkan dan merincikannya), kemudian menyambungkannya bersamaan dengan perintah, serta menetapkan aturan dan menghubungkan tiap-tiap elemen menjadi satu. Untuk memasukkan aturan adalah dengan memilih elemen dan menetapkan perintah sistem *push* atau *pull*. Penetapan *input rule* elemen dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penetapan *Input Rule* Elemen

Tabel 4.25 Rekapitulasi *Input Rule* Elemen

Elemen	Rule
Mesin Ketam	<i>Pull from penumpukan_papan, Push to penumpukan_papan</i>
Mesin Potong Bruti	<i>Pull from part_bruti, Push to penumpukan_bruti</i>
Oven	<i>Pull from assembly, Push to threatment</i>
Mesin <i>Clean and Dry</i>	<i>Pull from threatment, Push to Ship</i>

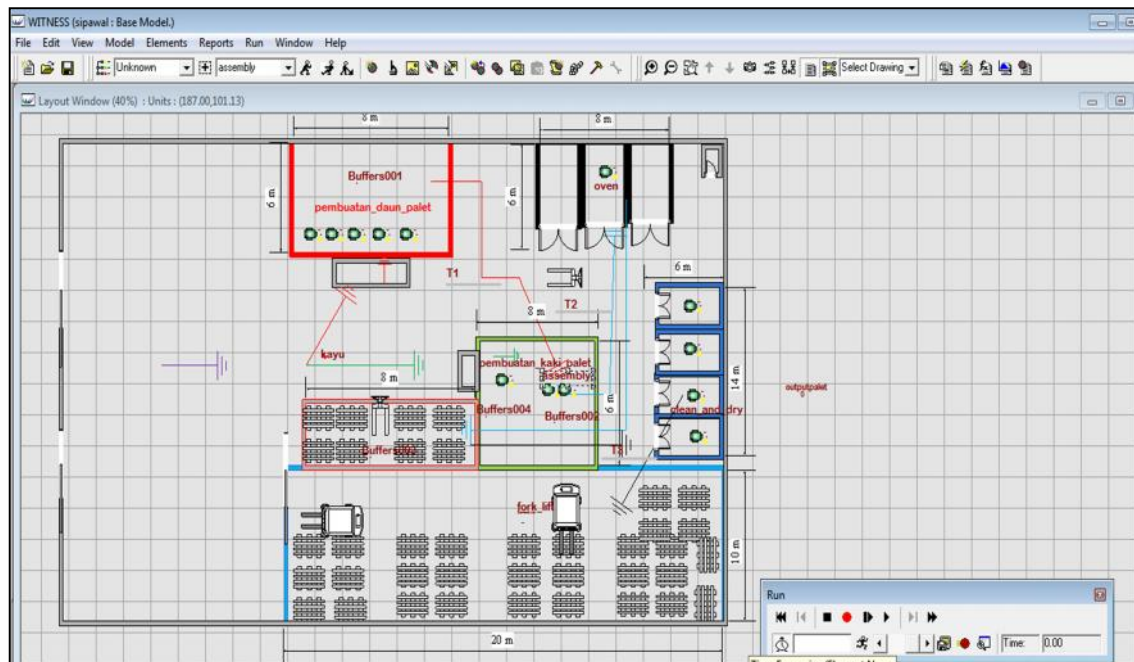
(Sumber : Pengolahan Data, 2013)

Gambar 4.10 *Detail Machine* untuk Mesin Potong Papan Kayu

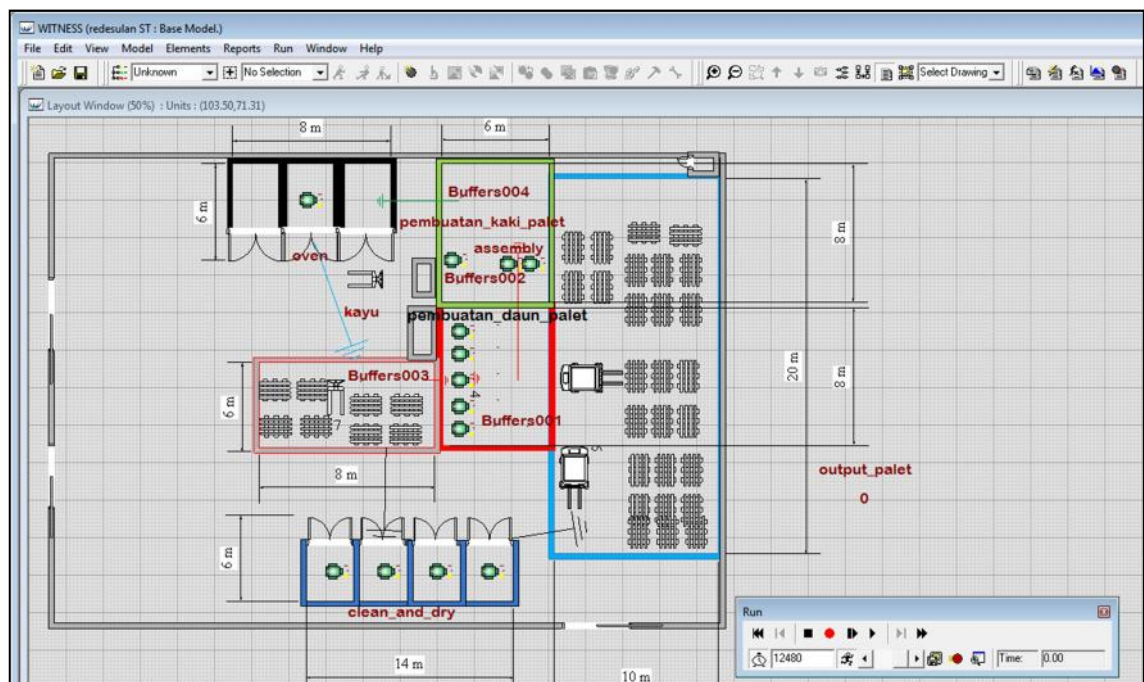
Tabel 4.26 Rekapitulasi *Detail Machine* untuk tiap-tiap Mesin

Mesin	Quantity	Cycle Time (menit)	Type
Mesin Potong Papan	3	0,68	<i>Production</i>
Mesin Ketam	2	0,75	<i>Production</i>
Mesin Potong Bruti	1	0,45	<i>Production</i>
Oven	3	960	<i>Batch</i>
Mesin <i>Clean and Dry</i>	4	1440	<i>Batch</i>

(Sumber : Pengolahan Data, 2013)



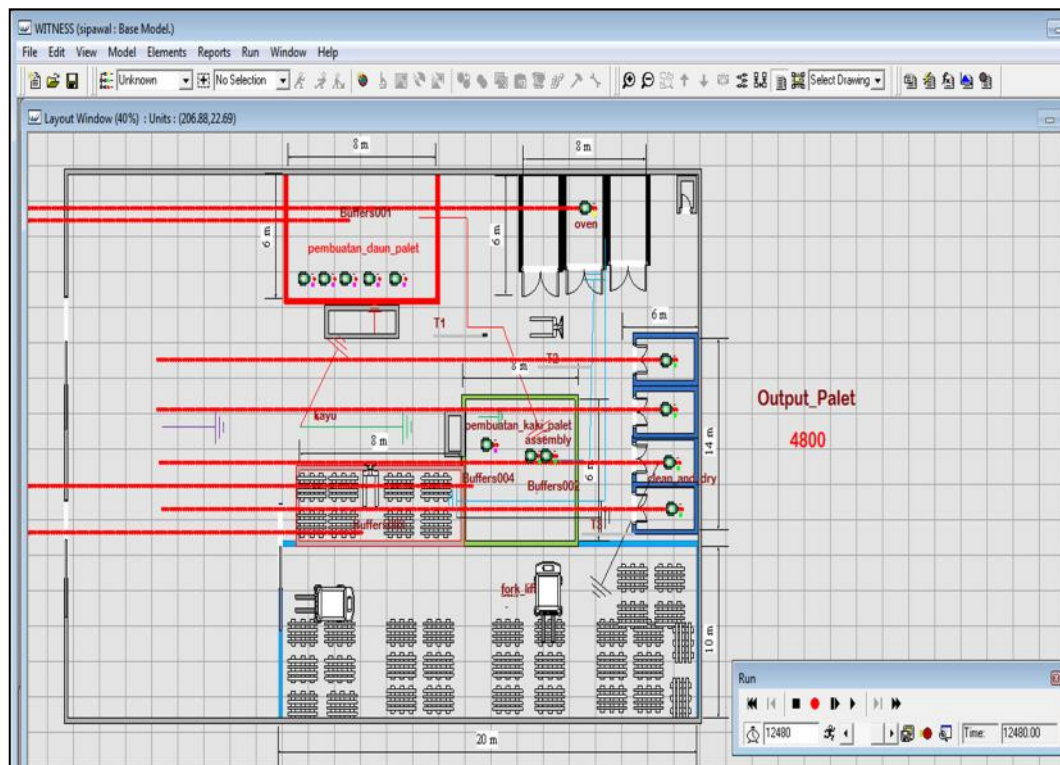
Gambar 4.11 Susunan Model keseluruhan *Layout* Awal



Gambar 4.12 Susunan Model keseluruhan *Layout* Usulan

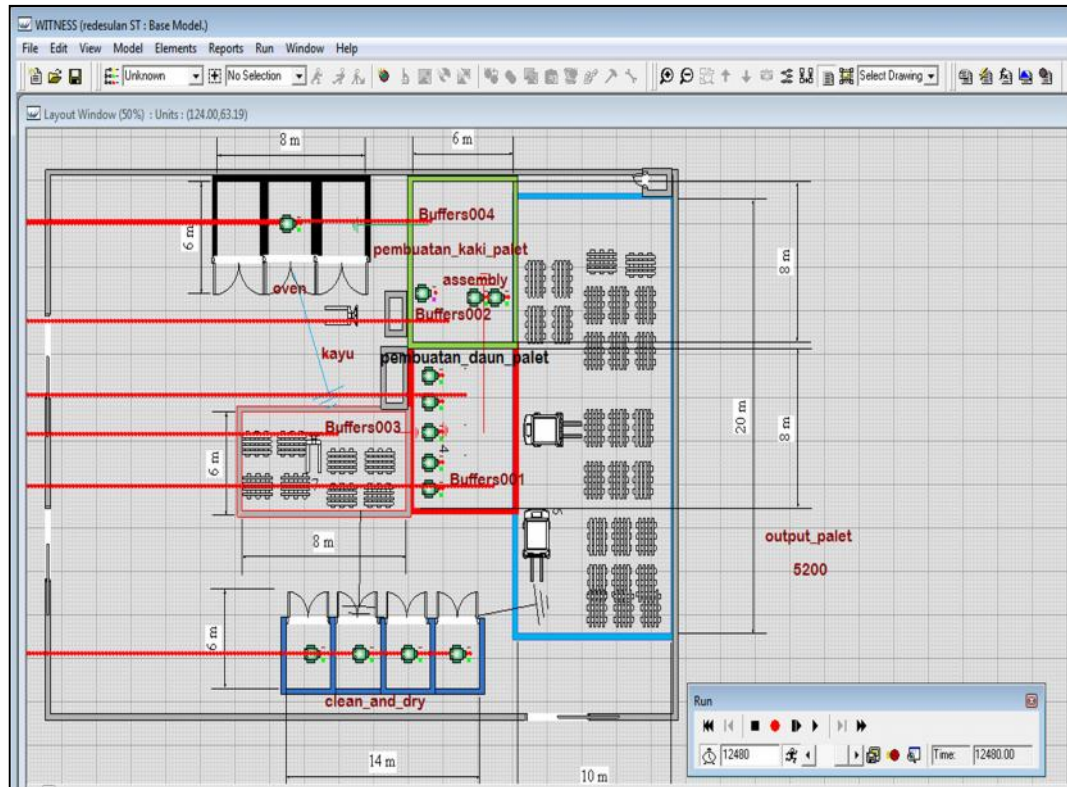
Setelah model disusun berdasarkan kondisi nyatanya, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi dengan memasukkan lama interval

waktu operasi sistem dan klik *run* seperti yang terlihat pada Gambar 4.13 dan 4.14 berikut.



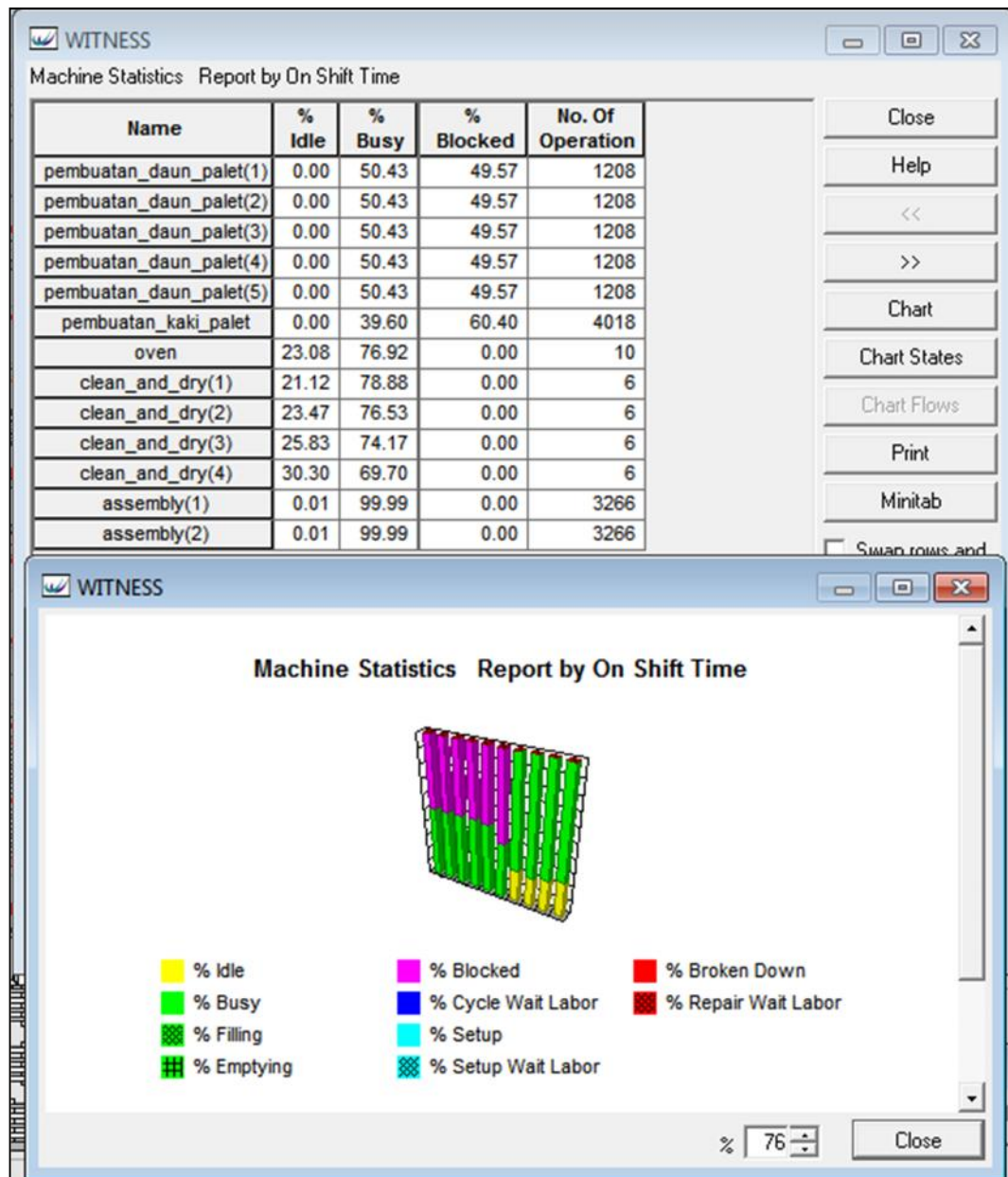
Gambar 4.13 *Running Model Layout awal*



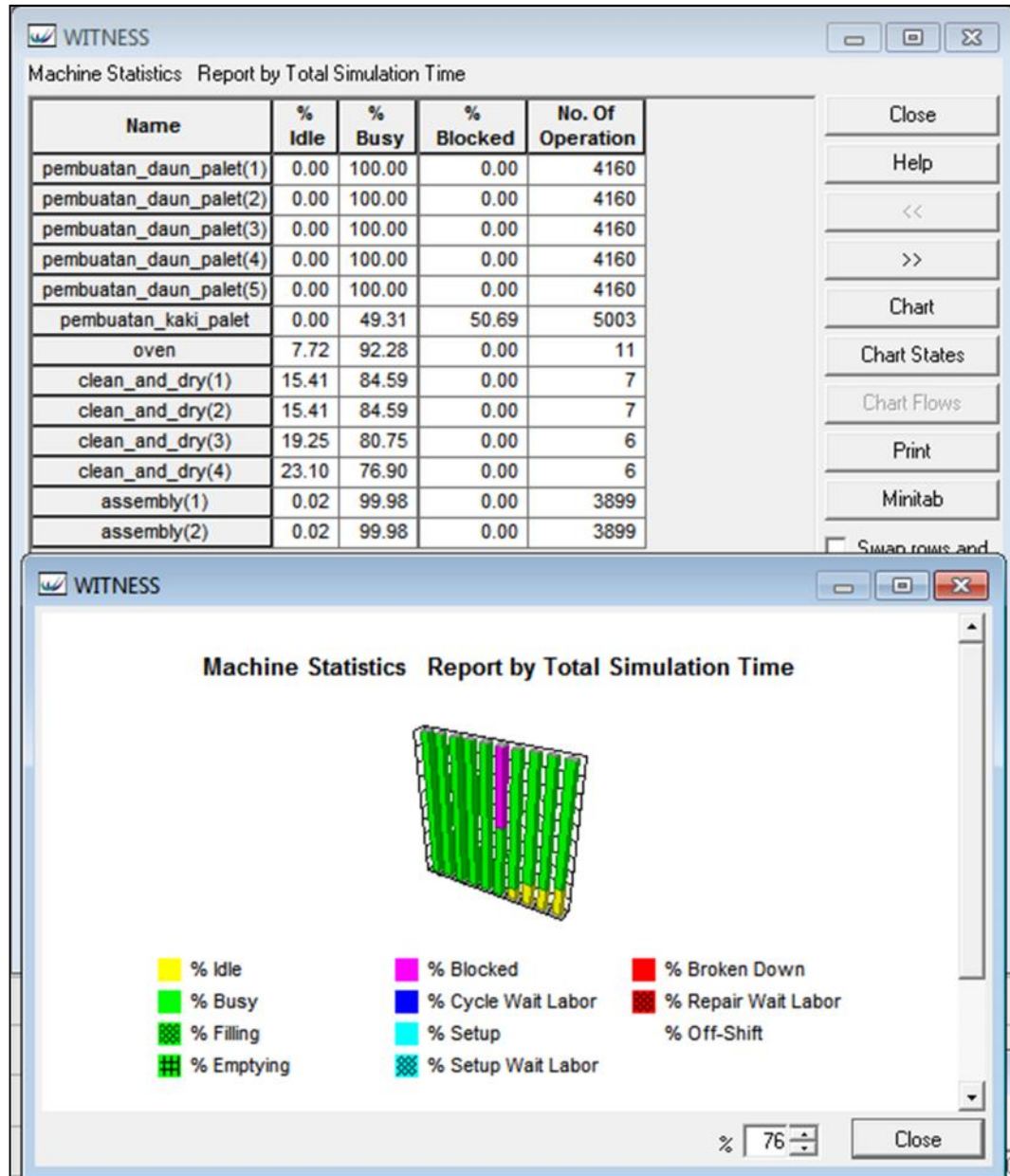


Gambar 4.14 *Running Model Layout Usulan*

Maka akan dapat terlihat hasil dari laporan kinerja tiap-tiap fasilitas diantaranya persentase *idle*, persentase *busy* dan jumlah operasi yang dilakukan oleh mesin-mesin tersebut pada interval waktu yang telah ditetapkan seperti yang tampak pada Gambar 4.15 dan 4.16 .



Gambar 4.15 Laporan Kinerja Mesin *Layout* awal



Gambar 4.16 Laporan Kinerja Mesin *Layout* Usulan

## **BAB V**

### **ANALISA**

#### **5.1 Analisa Data Dasar**

Data Dasar yang didapat pada penelitian ini diperoleh melalui wawancara, observasi, dan pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan. Dari kegiatan-kegiatan tersebut didapatlah data-data awal yang akan digunakan untuk melakukan penelitian ini. Data-data yang terkumpul mengenai profil perusahaan, data hari kerja, dimensi bahan dasar, proses produksi, *material handling* yang terjadi, jarak dan frekuensi perpindahan bahan, biaya-biaya operasional dari *forklift*, waktu standar, penyesuaian dan kelonggaran untuk operator, serta dimensi tanah dan bangunan.

##### **5.1.1 Analisa *Material Handling Layout* Awal**

Lampiran A merupakan *layout* awal dari PT.Alam Permata Riau yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data langsung. Fasilitas-fasilitas produksinya terdiri dari tempat penumpukan bahan baku, stasiun pembuatan daun palet, stasiun perakitan palet, stasiun oven, stasiun *threatment*, stasiun *clean and dry*, dan gudang bahan jadi. Pada kondisi awal ini terlihat bahwa jarak perpindahan bahan yang terjadi antar stasiun kerja sangat panjang dan tata letak yang dimiliki sekarang dirasa kurang optimal karena terdapat beberapa fasilitas yang diletakkan dengan jarak yang sangat jauh. Seperti yang terlihat pada jarak antara stasiun pembuatan daun palet dengan stasiun perakitan yang sangat jauh yaitu sebesar 22 meter sedangkan kedua stasiun ini memiliki keterkaitan yang sangat penting jika dilihat dari urutan produksi dan frekuensi perpindahan yang terjadi sehingga akan dapat mengakibatkan bertambah panjangnya aliran perpindahan bahan yang terjadi dan akan menambah besar biaya perpindahan bahannya.

Permasalahan juga terjadi pada jalur perpindahan bahan dari stasiun oven menuju stasiun *threatment*. Untuk sampai ke stasiun *threatment forklift* harus melewati dahulu stasiun perakitan sehingga terkadang mengakibatkan terhambatnya pergerakan dari *forklift* tersebut untuk mencapai tujuan. Sehingga



dalam penelitian ini, pengaturan mengenai tata letak fasilitas-fasilitas yang ada pabrik palet ini akan diatur secara optimal sehingga dapat memperpendek lintasan *material handling* dari proses produksi dan dapat mengurangi biaya dari *material handling* tersebut.

### **5.1.2 Analisa Pengamatan Sampling Kerja**

Penelitian sampling kerja ini dilakukan selama 1 hari pengamatan dengan jumlah pengamatan sebanyak 24 kali pengamatan. Dengan pengamatan sampling kerja ini dapat diketahui seberapa tingkat produktivitas para tenaga kerja, waktu menganggur (*idle*) serta *rating factor* dan *allowance* sehingga dapat dihitung waktu standar yang diperlukan oleh tiap-tiap tenaga kerja untuk menyelesaikan tugasnya.

Setelah mendapat pengukuran jumlah persentase produktivitas kerja maka pengolahan data tersebut akan diuji tingkat keseragaman dan uji kecukupannya. Data diolah dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Dari hasil pengolahan data tidak ditemukan adanya data yang *out of control* dan data dinyatakan telah mencukupi syarat sehingga dapat dihitung waktu standar masing-masing pekerja sebagai acuan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan.

### **5.1.3 Analisa Penentuan *Rating Factor***

Penentuan *rating factor* pada penelitian ini menggunakan metode *Westinghouse* dengan melihat pada empat faktor yang dianggap dapat menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja. Keempat faktor tersebut meliputi keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Setiap faktor memiliki kelas-kelas dengan nilai-nilai yang berbeda sehingga satu operator memiliki tingkat penyesuaiannya masing-masing.

#### **5.1.3.1 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Pemotongan Papan**

Pemberian nilai *rating factor* pada operator ini disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih dalam melakukan tugasnya sehingga tidak memerlukan banyak waktu untuk berfikir dalam melakukan tugasnya. Untuk faktor usaha digolongkan kedalam kelas *good effort* dalam artian operator tersebut tampak bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik. Yang menjadi permasalahan adalah faktor kondisi kerja, dimana operator ini digolongkan bekerja pada kondisi yang buruk (*fair*) karena operator bekerja pada kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya dengan demikian diberikan nilai penyesuaian sebesar +0,14 kepada operator ini.

#### **5.1.3.2 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Pengetaman Papan**

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.09 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih dalam melakukan tugasnya sehingga tidak memerlukan banyak waktu untuk berfikir dalam melakukan tugasnya. Untuk faktor usaha digolongkan kedalam kelas *good effort* dalam artian operator tersebut tampak bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik. Yang menjadi permasalahan masih sama dengan operator pemotongan papan yakni faktor kondisi kerja, dimana operator ini bekerja pada kondisi yang buruk (*fair*) dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya, untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan penataan atau penambahan ruang kerja serta penggunaan alat pelindung telinga bagi operator-operator tersebut sehingga mengurangi tekanan stres dan menambah tingkat kenyamanan mereka. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini

dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

#### **5.1.3.3 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Pembuatan Daun Palet**

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.09 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Yang menjadi permasalahan masih sama dengan operator pemotongan papan dan pengetaman yakni faktor kondisi kerja, dimana operator ini bekerja pada kondisi yang buruk (*fair*) dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya, untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan penataan atau penambahan ruang kerja serta penggunaan alat pelindung telinga bagi operator-operator tersebut sehingga mengurangi tekanan stres dan menambah tingkat kenyamanan mereka.

#### **5.1.3.4 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Pemotongan Bruti**

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.14 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan diberikan nilai *excellent* karena operator tampak sangat terlatih dalam melakukan tugasnya sehingga tidak memerlukan banyak waktu untuk berfikir dalam melakukan tugasnya. Untuk faktor usaha digolongkan kedalam kelas *good effort* dalam artian operator tersebut tampak bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik. Yang menjadi permasalahan masih sama dengan operator lainnya yakni faktor kondisi kerja, dimana operator ini bekerja pada kondisi yang buruk (*fair*) dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang sempit serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya, untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan penataan atau penambahan ruang kerja serta penggunaan alat pelindung telinga bagi operator-operator tersebut sehingga mengurangi tekanan stres dan menambah tingkat kenyamanan mereka. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

#### **5.1.3.5 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Pembuatan Kaki Palet**

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.01 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan, usaha dan kondisi kerja diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih, bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik, berkerja pada kondisi yang lumayan dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang cukup luas serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya tidak terlalu mengganggu. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

#### **5.1.3.6 Analisa Penentuan *Rating Factor* Operator Perakitan Palet**

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.01 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan, usaha dan kondisi kerja diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih, bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik, berkerja pada kondisi yang lumayan dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang cukup luas serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya tidak terlalu mengganggu. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya.

#### **5.1.4 Analisa Penentuan Kelonggaran**

Kelonggaran diberikan kepada operator untuk kebutuhan pribadi operator tersebut, menghilangkan *fatigue* serta hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan oleh operator tersebut.

#### **5.1.4.1 Analisa Penentuan Kelonggaran Operator Pemotongan Papan, pengetaman, dan pemotongan bruti**

Kelonggaran yang diberikan untuk operator-operator ini sama karena jenis pekerjaan dan kondisi kerja yang dialaminya sama yaitu sebesar 25,5%. Hal ini berdasarkan faktor-faktor kelonggaran yang terlihat pada operator tersebut seperti jumlah tenaga yang dikeluarkannya dapat diabaikan sehingga diberikan kelonggaran 6%. Berdasarkan sikap kerjanya operator ini berdiri di atas dua kaki untuk itu diberikan kelonggaran sebesar 2,5%. Gerakan kerja yang dilakukan oleh operator ini terbilang normal karena gerakan-gerakan yang dilakukannya tidak ada yang sulit sehingga diberikan kelonggaran 0%. Untuk faktor kelelahan mata, karena operator ini harus berkerja dengan pandangan hampir terus-menerus maka diberikan kelonggaran sebesar 7%. Faktor lingkungan kerja seperti temperatur udara, keadaan atmosfer, serta keadaan lingkungan dari operator ini yang bermasalah adalah pada keadaan lingkungannya yangmana operator ini berkerja di stasiun kerja yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi sehingga diberikan kelonggaran sebesar 5% untuk temperatur udara yang normal, 0% untuk keadaan atmosfer yang baik dan 5% untuk keadaan lingkungannya yang sangat bising sehingga apabila di totalkan dari keseluruhan faktor-faktor kelonggaran tersebut didapatkan kelonggaran untuk operator-operator ini adalah sebesar 25,5% .

#### **5.1.4.2 Analisa Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Daun Palet**

Total kelonggaran yang diberikan untuk operator ini sebesar 30,5% hal ini berdasarkan dari faktor tenaga yang dikeluarkannya tergolong ringan karena operator ini melakukan pekerjaan memakukan papan sehingga menjadi daun palet masih secara manual sehigga diberikan 12% untuk kelonggaran dari faktor tenaga yang dikeluarkan. Sikap kerja dengan berdiri di atas dua kaki maka diberikan 2,5% untuk faktor sikap kerja. Gerakan kerja yang normal dan keadaan atmosfer yang baik diberikan kelonggaran sebesar 0%. Faktor kelelahan mata yang terlihat dari pandanganterputus-putus dari operator tersebut ketika melakukan pekerjaannya diberikan kelonggaran sebesar 6%. Temperatur udara yang baik dan

keadaan lingkungan yang sangat bising maka operator ini diberikan kelonggaran sebesar 5% untuk kedua faktor tersebut.

#### **5.1.4.3 Analisa Penentuan Kelonggaran Operator Pembuatan Kaki Palet**

Operator ini berkerja dengan sikap kerja duduk dan dengan tenaga yang ringan sehingga untuk kelonggaran faktor tenaga yang dikeluarkan diberikan 12% dan sikap kerja diberikan 1%. Gerakan kerja yang dilakukan semuanya normal tidak ada gerakan yang sulit sehingga diberikan kelonggaran sebesar 0%. Dari segi kelelahan mata yang dialami operator ini diberikan kelonggaran sebesar 6% karena operator ini melakukan tugasnya dengan pandangan yang terputus-putus. Temperatur udaranya normal, keadaan atsmosfirnya baik, namun keadaan lingkungannya yang berada pada stasiun kerja yang banyak gangguan dari suara mesin-mesin yang sangat bising sehingga ditotalkan untuk keseluruhan faktor-faktor kelonggaran tersebut diberikan kelonggaran sebesar 29% untuk operator pembuatan kaki palet tersebut.

#### **5.1.4.4 Analisa Penentuan Kelonggaran Operator Perakitan Palet**

Berdasarkan faktor-faktor kelonggaran yang terlihat pada operator perkitan palet ini diberikan total kelonggaran sebesar 30,5%. Dari segi temperatur udara, keadaan atsmosfir dan keadaan lingkungannya masih sama dengan operator-operator lainnya. Yang berbeda adalah dari segi tenaga yang dikeluarkannya tergolong rendah sehingga diberikan kelonggaran sebesar 12%. Sikap kerja dari operator ini adalah berdiri di atas kekua kaki dengan gerakan kerja normal dan pandangan yang terputus-putus.

### **5.2 Analisa Pengolahan Data**

#### **5.2.1 Analisa Perhitungan Metode *Pairwise Exchange***

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *Pairwise Exchange* pada bab sebelumnya didapatkan usulan tata letak baru yang memiliki jarak *material handling* yang lebih kecil dari tata letak yang telah diterapkan oleh perusahaan pada saat ini. Yangmana urutan yang telah diterapkan oleh perusahaan

memiliki urutan fasilitas 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 dengan total jarak *material handling* 4054 meter per minggunya.

Hasil perhitungan menggunakan metode *Pairwise Exchange* pada iterasi-1 didapatkan total jarak perpindahan terkecil adalah 2 – 3 – 1 – 4 – 6 – 5, yaitu 2764 meter. Pada urutan ini terjadi beberapa pertukaran urutan tata letak stasiun yaitu stasiun 1 bertukar tempat dengan stasiun 2, stasiun 2 bertukar tempat dengan stasiun 3, dan stasiun 5 bertukar tempat dengan stasiun 6. Dengan pertukaran yang terjadi dapat mengurangi jarak *material handling* sebesar 1290 meter per minggunya. Hal ini disebabkan bertukarnya pasangan-pasangan antar stasiun kerja yang memiliki jarak yang panjang menjadi pasangan baru yang memiliki jarak yang lebih pendek dari pasangan semula. Terlihat dari pertukaran berpasangan antara stasiun 1 dan 2 bertukar dengan pasangan stasiun 2 dan stasiun 3. Jarak antara stasiun 1 dan 2 sebesar 22 meter ditukar dengan pasangan stasiun 2 dan 3 yang memiliki jarak hanya sebesar 11 meter sehingga dapat dikatakan setengah dari jarak awal. Hal ini menjadi semakin penting apabila dikaitkan dengan frekuensi perpindahan bahan yang terjadi pada interval per minggu nya yang mencapai angka 72 kali, jarak yang lebih kecil akan mengurangi biaya perpindahan bahan.

Alur perpindahan bahan yang terjadi untuk urutan fasilitas ini juga dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada saat perpindahan bahan dari stasiun oven menuju stasiun *threatment* yang harus melewati stasiun perakitan terlebih dahulu sebelum mencapai stasiun *threatment* tersebut, yang demikian ini tidak terjadilagi pada urutan ini karena stasiun oven telah bertukar tempat dengan stasiun pembuatan daun palet sehingga alur perpindahan bahan dari stasiun oven menuju stasiun *threatment* sudah tidak memiliki hambatan lagi.

Total jarak perpindahan terkecil pada iterasi – 2 adalah sebesar 2821 meter dengan urutan 1 – 3 – 2 – 5 – 6 – 4. Berdasarkan urutan 1 – 3 – 2 – 5 – 6 – 4 total jarak perpindahan bahannya tidak lebih kecil dari pada total jarak urutan dari hasil iterasi sebelumnya sehingga pertukaran berpasangan dihentikan. Pada urutan ini perpindahan yang mencolok terjadi pada stasiun 3 dengan 2 serta stasiun 4 dengan stasiun 5 dan 6. Untuk pertukaran stasiun 2 dengan stasiun 3 terjadi pengurangan

jarak yang pada awalnya dari stasiun 1 menuju stasiun 2 sebesar 22 meter berubah menjadi hanya sebesar 13 meter.

Jika dibandingkan antara total jarak terkecil iterasi 1 dan 2 maka jarak iterasi 2 lebih kecil namun pengaruh dari frekuensi perpindahan bahan yang terjadi selama satu minggu mengakibatkan total jarak iterasi 2 jauh lebih besar dibandingkan iterasi 1. Hal ini disebabkan pengaruh pada frekuensi perpindahan bahan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yang sangat tinggi, sehingga urutan yang optimal adalah urutan yang memiliki jarak terkecil pada perpindahan stasiun 1 dan stasiun 2.

Urutan fasilitas usulan yang didapati adalah 2 – 3 – 1 – 4 – 6 – 5 dengan demikian terjadi pertukaran posisi dari hampir setiap stasiun kerja, hanya stasiun kerja 4 saja yang tidak mengalami perpindahan posisi. Urutan awal tata letak stasiun 1 – 2 yang memiliki frekuensi perpindahan bahan yang tinggi diletakkan terpisah sejauh 22 meter, hal ini menyebabkan bertambah panjangnya lintasan perpindahan yang terjadi. Pada urutan usulan letak stasiun 1 – 2 ditukar dengan letak stasiun 2 – 3 yang memiliki jarak 11 meter sehingga mengurangi total panjang perpindahan bahannya.

Namun pada pertukaran berpasangan antara stasiun 2 – 3 dengan 3 – 1 menghasilkan jarak yang lebih besar dari jarak awal. Hal ini terjadi mengingat adanya keterkaitan antar seluruh stasiun kerja yang ada sehingga pertukaran yang dilakukan tidak boleh terfokus hanya pada 1 pasang stasiun kerja saja, perlu diperhatikan juga jarak untuk urutan berikutnya. Dalam arti lain jarak terkecil pada 1 pasangan belum bisa menjamin panjang keseluruhan urutan memiliki total jarak yang terkecil pula. Apabila dilihat pada kondisi nyata, bertambah panjangnya jarak antara stasiun 2 menuju stasiun 3 merupakan nilai tambah dari segi keamanan. Yangmana notabene stasiun 3 merupakan stasiun oven yang melakukan aktivitas pembakaran sehingga harus memiliki jarak aman karena mengantisipasi apabila terjadi masalah pada mesin tersebut bahan baku palet basah dapat terselamatkan.



### **5.2.2 Analisa Biaya *Material Handling***

Besarnya pengeluaran biaya *material handling* juga dipengaruhi oleh jarak perpindahan antar stasiun kerja dan frekuensi perpindahannya. Biaya *material handling* yang dihitung adalah biaya operasional dari *forklift* karena alat bantu perpindahan bahan yang digunakan hanya *forklift*. Biaya yang dikeluarkan untuk operasional *forklift* per tiap kali servis dan pergantian ban adalah sebesar Rp. 4.969.000,- yang harus dilakukan per 3 bulannya sehingga rata-rata pengeluaran perbulannya Rp. 1.656.333,-.

Dengan biaya *material handling* per meter sebesar Rp. 261,4 ,- dapat dibandingkan perbedaan kedua urutan fasilitas antara yang awal dan usulan. Total biaya *material handling* untuk urutan awal sebesar Rp. 58.858,93,- sedangkan untuk urutan usulan lebih kecil dengan total Rp. 50.107,72,- maka dapat dikatakan urutan usulan memberikan biaya *material handling* yang lebih kecil dengan selisih Rp. 8.751,21,- per satu kali siklus perpindahan bahan.

### **5.2.3 Analisa Perhitungan Waktu Baku**

#### **5.2.3.1 Analisa Persen Produktif Operator**

Persen produktif didapat dengan cara membandingkan antara jumlah kegiatan produktif dengan total keseluruhan kegiatan yang dilakukan selama pengamatan. Secara keseluruhan operator ini memiliki persen produktif yang tergolong sangat tinggi, dimana semuanya berada diatas 90% sehingga dapat dikatakan semua operator ini sangat produktif. Hal ini terjadi karena mereka melakukan kegiatan produktif yang sangat besar namun hanya sedikit melakukan hal-hal yang tidak produktif.

#### **5.2.3.2 Analisa Uji Kecukupan Data**

##### **5.2.3.2.1 Analisa Uji Kecukupan Data Operator Pemotongan Papan dengan Produktifitas 0,99**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 16,16 data. Karena jumlah data yang

telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $16,16 < 620$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.2.2 Analisa Uji Kecukupan Data Operator Pengetaman dengan Produktifitas 0,98**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 32,6 data. Karena jumlah data yang telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $32,6 < 586$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.2.3 Analisa Uji Kecukupan Operator Pembuatan Daun Palet dengan produktifitas 0,96**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 66,67 data. Karena jumlah data yang telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $66,67 < 297$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.2.4 Analisa Uji Kecukupan Operator Pemotongan Bruti dengan Produktifitas 0,99**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 16,16 data. Karena jumlah data yang telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $16,16 < 1385$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.2.5 Analisa Uji Kecukupan Operator Pembuatan Kaki Palet dengan Produktifitas 0,95**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 84,21 data. Karena jumlah data yang telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $83,21 < 185$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.2.6 Analisa Uji Kecukupan Operator Perakitan Produktifitas 0,93**

Pengamatan dilakukan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Dari perhitungan uji kecukupan yang dilakukan didapatkan jumlah data yang harus diukur berjumlah 120,4 data. Karena jumlah data yang telah diukur telah melebihi jumlah data yang dibutuhkan atau  $N' < N$  ( $120,4 < 145$ ) maka data yang diukur telah mencukupi sehingga tidak perlu ada penambahan data lagi.

#### **5.2.3.3 Analisa Uji Keseragaman Data**

Uji keseragaman yang dilakukan terhadap keseluruhan data dari tiap-tiap operator didapati bahwa keseluruhan data dari operator tersebut berada dalam batas kontrolnya masing masing sehingga dapat dikatakan keseluruhan data dari tiap-tiap operator telah memiliki data yang seragam.

#### **5.2.3.4 Analisa Perhitungan Waktu Standar**

Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapat waktu standar untuk tiap-tiap operator adalah sebagai berikut :

##### **5.2.3.4.1 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Pemotong Papan**

Operator ini memiliki tingkat produktivitas yang sangat tinggi yaitu 99% dikarenakan pada saat pengamatan dilakukan operator ini memang mengerjakan pekerjaannya nyaris tanpa henti dengan demikian hasil yang tercapai juga sangat banyak. Untuk pemberian nilai penyesuaian pada operator ini

disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Dengan demikian diberikan nilai penyesuaian sebesar +0,14 kepada operator ini dan tingkat kelonggaran sebesar 25,5% sesuai dengan kondisi yang ada pada saat tersebut. Sehingga didapat besar waktu standar yang dibutuhkan oleh operator ini untuk menyelesaikan tugasnya sebesar 0,68 menit.

#### **5.2.3.4.2 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Pengetaman**

Operator pengetaman papan memiliki tingkat produktivitas sebesar 98,6%, hal ini didapatkan dari jumlah produktif yang didapatkan pada saat pengamatan yang berjumlah 578 sedangkan yang non-produktifnya hanya berjumlah 8. Terlihat bahwa operator berkerja dengan terus menerus dan hampir tidak berhenti. Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.09 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Tingkat kelonggaran yang diberikan untuk operator ini adalah sebesar 25,5% sehingga didapat waktu standar untuk pengerjaan mengetam papan adalah 0,75 menit.

#### **5.2.3.4.3 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Pembuatan Daun palet**

Operator pembuatan daun palet memiliki tingkat produktivitas sebesar 96%. Terlihat bahwa operator berkerja dengan terus menerus dan hampir tidak berhenti. Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.09 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk pemberian kelonggaran diberikan kelonggaran sebesar 30,5% karena untuk melakukan tugasnya operator memerlukan tenaga dengan posisi kerja berdiri dengan dua kaki serta keadaan lingkungan yang bising. Dengan waktu siklus sebesar 2,7 menit per buahnya maka didapat waktu standarnya sebesar 3,78 menit.

#### **5.2.3.4.4 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Pemotongan Bruti**

Operator pemotongan bruti memiliki tingkat produktivitas sebesar 99%. Terlihat bahwa operator berkerja dengan terus menerus dan hampir tidak berhenti.

Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.14 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk pemberian nilai kelonggaran diberikan sebesar 25,5% sama dengan operator pemotongan dan pengetaman papan. Sehingga didapat waktu standar untuk memotong bruto adalah sebesar 0,45 menit.

#### **5.2.3.4.5 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Pembuatan Kaki Palet**

Operator pembuatan kaki palet memiliki tingkat produktivitas sebesar 84,2%. Terlihat bahwa operator bekerja dengan terus menerus dan hampir tidak berhenti. Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.01 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan, usaha dan kondisi kerja diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih, bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik, bekerja pada kondisi yang lumayan dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang cukup luas serta mendapat gangguan dari suara-suara yang dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya tidak terlalu mengganggu. Pemberian nilai kelonggaran diberikan sebesar 29% karena pekerjaannya memerlukan sedikit tenaga dengan sikap duduk dan pandangan terputus-putus serta keadaan lingkungan yang cukup bising. Dengan demikian didapat waktu standar untuk pengerjaan kaki palet sebesar 0,78 menit.

#### **5.2.3.4.6 Analisa Perhitungan Waktu Standar Operator Perakitan**

Operator perakitan memiliki tingkat produktivitas sebesar 93%. Operator bekerja dengan terus menerus dan hampir tidak berhenti. Pemberian nilai penyesuaian pada operator ini adalah sebesar +0.01 yang disesuaikan dengan faktor-faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk keterampilan, usaha dan kondisi kerja diberikan nilai rata-rata karena operator tampak cukup terlatih, bekerja dengan stabil dan memiliki kecepatan yang baik, bekerja pada kondisi yang lumayan dengan kondisi stasiun kerja yang berada pada ruang yang cukup luas serta mendapat gangguan dari suara-suara yang

dihasilkan dari mesin-mesin produksi lainnya tidak terlalu mengganggu. Konsistensi dari operator ini dapat dikategorikan baik (*good*) dengan nilai penyesuaian + 0.01. Hal ini dikarenakan operator tampak cukup terlatih sehingga dapat mempertahankan kecepatan kerjanya. Pemberian nilai kelonggaran diberikan sebesar 30,5% karena pekerjaannya tergolong membutuhkan tenaga yang ringan dengan sikap berdiri diatas kedua kaki dan pandangan terputus-putus serta keadaan lingkungan yang sangat bising. Maka didapat waktu standar untuk pekerjaan merakit palet adalah sebesar 3,82 menit.

Perbedaan yang terjadi pada waktu standar tiap-tiap jenis operasi dikarenakan perbedaan *rating factor* dan kelonggaran yang diberikan pada tiap-tiap operator tergantung pada individu masing-masing operator meskipun pada kenyataannya mereka ada yang berkerja pada tempat yang sama.

### **5.3 Analisa Simulasi Witness**

Dari simulasi yang telah dijalankan dan dibandingkan ternyata hanya beberapa aspek yang memiliki perbedaan yang signifikan sedangkan yang lainnya tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Didapatkan *output* palet yang dihasilkan pada *layout* awal hanya berjumlah 4800 unit sedangkan pada *layout* usulan mampu menghasilkan 5200 unit. Secara keseluruhan kinerja tiap-tiap stasiun meningkat seperti yang terlihat pada gambar 4.15 dan 4.16.

*Layout* usulan memberi dampak terhadap *layout* awal dengan naiknya persen *busy* pada hampir seluruh stasiun, hanya stasiun pembuatan kaki saja yang tetap. Terlihat pada stasiun pembuatan daun palet yang pada awalnya memiliki persen *busy* hanya sebesar 50,43% naik menjadi 100% hal ini disebabkan lancarnya perpindahan bahan dari stasiun tersebut menuju stasiun berikutnya sehingga tidak terjadi penumpukan yang akan mengakibatkan terhentinya proses pembuatan daun palet tersebut. Pada pembuatan kaki palet tidak mengalami perubahan karena masih berada dalam stasiun yang sama dengan proses *assembly* sehingga tidak mengalami perubahan. Pada stasiun oven persen *idle* yang pada awalnya 23,08% turun menjadi 7,72% hal ini disebabkan seiring dengan lebih pendeknya jarak antara stasiun pembuatan daun palet dengan stasiun perakitan

sehingga meningkatkan produksi palet basah yang akan dimuat ke dalam oven sehingga mengurangi waktu menganggur dari stasiun oven tersebut.

Pengaruh terakhir juga tampak pada stasiun *clean and dry* yang persen *idle* nya turun rata-rata sebesar 6% . Keseluruhan ini disebabkan dari semakin dekatnya jarak antar stasiun kerja yang saling berhubungan akan memperlancar perpindahan bahan sehingga waktu untuk menunggu dapat dikurangi. Maka dapat disimpulkan peranan jarak pada suatu *layout* akan mempengaruhi besar atau kecilnya persentase *busy* dan *idle* serta *output* yang dapat dihasilkan.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan:

1. Rancangan ulang tata letak fasilitas pabrik pembuatan palet PT. Alam Permata Riau dengan menggunakan metode *Pairwise Exchange* mendapatkan usulan tata letak baru yang lebih optimal baik dari segi jarak *material handling*, biaya, maupun *output* yang dapat dihasilkan dari pada tata letak yang telah diterapkan oleh perusahaan pada saat ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Perbandingan *layout* awal dan Usulan

<i>Layout</i>	Urutan Susunan Fasilitas	Jarak (m)	Biaya (Rp)	<i>Output</i> (unit)
Awal	1(St. Daun Palet) – 2(St. <i>Assembly</i> ) – 3(St. Oven) – 4(St. <i>Threatment</i> ) – 5(St. <i>Clean and dry</i> ) – 6(Gudang)	97	58858,93	4800
Usulan	2(St. <i>Assembly</i> ) – 3(St. Oven) – 1(St. Daun Palet) – 4(St. <i>Threatment</i> ) – 6(Gudang) – 5(St. <i>Clean and dry</i> )	73	50107,72	5200
Selisih Hasil		24 m	8751,21	400

2. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, dapat diketahui kinerja dari tiap-tiap stasiun yang terjadi seperti persentase *busy* dan *idle* dan besar *output* yang dihasilkan dari *layout* awal dan *layout* usulan, dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Rekapitulasi Hasil Simulasi Witness



<i>Layout</i>	Stasiun Daun Palet	Pembuatan Kaki Palet	<i>Assembly</i>	Stasiun Oven	Stasiun <i>Clean and Dry</i>	<i>Output</i> (unit)
% <i>Busy</i> Awal	50,43	39,60	99,99	76,92	74,82	4800
% <i>Busy</i> Usulan	100	49,31	99,98	92,28	81,71	5200
% Peningkatan	49,57	9,71	-0,01	15,36	6,89	400

Meningkatnya persen *busy* ini disebabkan dari semakin dekatnya jarak antar stasiun kerja yang saling berhubungan akan memperlancar perpindahan bahan sehingga waktu untuk menunggu dapat dikurangi. Maka dapat disimpulkan *layout* usulan lebih baik karena meningkatnya persentase *busy* yang berdampak pada bertambahnya jumlah *output* yang dapat dihasilkan.

## 6.2 Saran

Agar hasil penelitian ini dapat lebih berguna di kemudian hari maka penulis memberikan saran-saran atau masukan-masukan baik kepada PT. Alam Permata Riau maupun penelitian lain yang menggunakan tema tata letak fasilitas pabrik dengan metode *Pairwise Exchange* dan simulasi, sebagai berikut:

### 6.2.1 Pihak Perusahaan

Pihak perusahaan diharapkan dapat menjadikan penelitian ini sebagai bahan pertimbangan kedepannya apabila akan melakukan perubahan tata letak fasilitas pabrik yang sudah ada sekarang.

### 6.2.2 Penelitian Lain

Penelitian ini hanya menggunakan 1 metode saja dari metode-metode pendekatan heuristik yang ada. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan beberapa ataupun seluruh pendekatan heuristik yang ada sehingga dapat dijadikan sebagai pembanding dari penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anthara, A. “*Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi dengan Metode CRAFT Untuk Meminimasi Ongkos Material Handling*”. Majalah Ilmiah UNIKOM. Bandung, 2011.
- Apple, J. M. “*Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*”. Edisi ke-3. ITB, Bandung. 1990.
- Ardhianto, A. “*Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas pada Usaha Kecil Menengah Konveksi Adios*”. Jurnal Penulisan Teknik Industri FTI Guna Dharma. 2011.
- Arifin, M. “*Simulasi Sistem Industri*”. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2009.
- Asmungi. “*Simulasi Komputer Sistem Dikrit*”. Andi, Yogyakarta. 2006.
- Hadiguna, R. A, Heri Setiawan. “*Tata Letak Pabrik*”. Andi, Yogyakarta. 2008.
- Henriadi. “*Optimalisasi Lintasan Material handling dengan Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik Tahu dan Penerapan Metode 5S*”. Tugas Akhir Teknik Industri UIN Suska Riau. 2012.
- Lanner Group Limited. “*WITNESS Getting Started Materials*”. Lanner Group. 2009.
- Lestari, S. “*Analisa Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi Material Handling di Pabrik Sheet Metal dengan Software Promodel*”. Jurnal Teknik Industri, ISSN: 1411-6340. 2011.
- Purnomo, H. “*Perencanaan & Perancangan Fasilitas*”. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2004.
- Suryani, E. “*Pemodelan & Simulasi*”. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2006.
- Sutalaksana, I. “*Teknik Tata Cara Kerja*”. ITB, Bandung. 1995.
- Wignjosoebroto, S. “*Ergonomi: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*”. Guna Widya, Surabaya. 1995.
- Wignjosoebroto, S. “*Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*”. Edisi ke-3 cetakan ke-4. Guna Widya, Surabaya. 2009.

Yuriyanto. *“Perancangan Ulang Tata Letak Lantai Produksi dengan Menggunakan Metode Pairwise Exchange di PT. Cahaya Kawi Ultra Polyntraco”*. Tugas Akhir Teknik Industri Universitas Sumatra Utara. 2009.